

(12) SOLICITUD INTERNACIONAL PUBLICADA EN VIRTUD DEL TRATADO DE COOPERACIÓN EN MATERIA DE PATENTES (PCT)

(19) Organización Mundial de la Propiedad Intelectual
Oficina internacional



(10) Número de Publicación Internacional
WO 2012/145855 A2

(43) Fecha de publicación internacional
1 de noviembre de 2012 (01.11.2012) **WIPO | PCT**

(51) Clasificación Internacional de Patentes:
G21C 13/02 (2006.01)

(21) Número de la solicitud internacional:
PCT/CL2012/000021

(22) Fecha de presentación internacional:
25 de abril de 2012 (25.04.2012)

(25) Idioma de presentación: español

(26) Idioma de publicación: español

(30) Datos relativos a la prioridad:
928-2011 25 de abril de 2011 (25.04.2011) CL

(72) Inventor; e

(71) Solicitante : LEIVA GUZMAN, Juan Cristobal; Av. Lib. Bdo. O'higgins 949, Of. 707 (CL).

(74) Mandatario: AB MARK SOCIEDAD LIMITADA; Av. Lib. Bdo. O'higgins 949, Of. 707, Cód. Postal 8320275 (CL).

DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Estados designados (a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección regional admisible): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), euroasiática (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europea (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Declaraciones según la Regla 4.17:

— sobre la calidad de inventor (Regla 4.17(iv))

(81) Estados designados (a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección nacional admisible): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE,

[Continúa en la página siguiente]

(54) Title: MULTIFUNCTIONAL UNDERGROUND HIGH-SECURITY CONTAINMENT CHAMBER FOR UNDERGROUND NUCLEAR PLANT FACILITIES

(54) Título : NAVE CONTENEDORA SUBTERRÁNEA MULTIFUNCIONAL DE ALTA SEGURIDAD PARA INSTALACIONES DE PLANTAS NUCLEARES SUBTERRÁNEAS

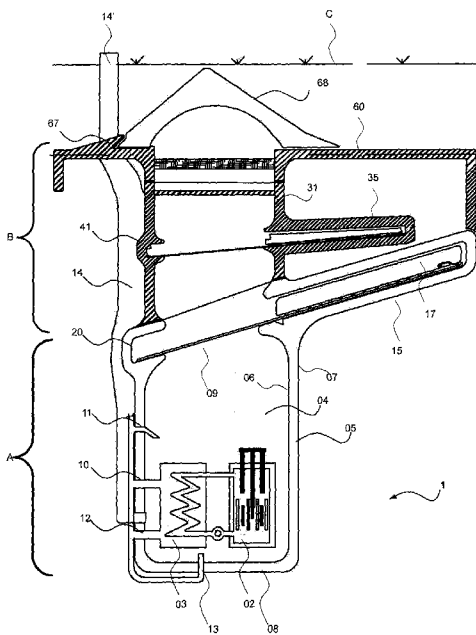


FIGURA 1

(57) Abstract: The invention relates to a multifunctional underground high-security containment chamber for nuclear plant facilities, which can prevent radiation from escaping into the external environment in the event of nuclear accidents, terrorist attacks or extreme natural or weather events, as well as when the plant has been decommissioned or closed. The chamber prevents radiation from escaping to the exterior during the working life of the plant and forms a sarcophagus from the moment the plant is taken out of operation. The invention is formed by an underground body comprising: a lower zone which is intended to contain the nuclear reactor and which is provided with an autonomous locking device that can be activated without the need for an auxiliary drive means, which device permanently closes the chamber, forming a sarcophagus; and an upper zone including a temporary locking device, an upper conical cover that can dissipate the effects of attacks or waves, an intermediate application slab and a protective mesh thereon, as well as an upper horizontal protective slab that extends from the upper conical cover. In addition, the body of the chamber includes two peripheral structural separation lines for preventing the propagation of cracks that can occur in the lower area of the chamber.

(57) Resumen:

[Continúa en la página siguiente]

WO 2012/145855 A2

Publicada:

- *sin informe de búsqueda internacional, será publicada nuevamente cuando se reciba dicho informe (Regla 48.2(g))*

Nave contenedora subterránea multifuncional de alta seguridad para instalaciones de plantas nucleares, capaz de impedir escape de radiación hacia el ambiente externo en el caso de un accidente nuclear, ataque terrorista, embates climáticos o naturales severos y cuando la planta se ha desmantelado o cerrado; impide escapes de radiación hacia el exterior durante la vida útil de la planta y constituye un sarcófago en sí misma desde el momento en que la planta deja de funcionar, compuesta por un cuerpo subterráneo que posee una zona inferior para contener al reactor nuclear, provista de un dispositivo de bloqueo autónomo que es capaz de activarse sin la necesidad de un medio motriz de apoyo; el que cierra permanentemente dicho contenedor conformándose como un sarcófago en sí mismo; posee una zona superior que cuenta con un dispositivo de bloqueo temporal, una cubierta superior de forma cónica capaz de disipar ondas de ataque; una losa intermedia de aplicaciones y una malla de protección sobre ella; presenta una losa superior horizontal protectora que se extiende a partir de dicha cubierta superior cónica, mientras que el cuerpo de la nave posee dos líneas perimetrales de separación estructural para evitar la propagación de grietas que puedan llegar a la zona inferior de la nave.

NAVE CONTENEDORA SUBTERRÁNEA MULTIFUNCIONAL DE ALTA SEGURIDAD PARA INSTALACIONES DE PLANTAS NUCLEARES SUBTERRÁNEAS

5 MEMORIA DESCRIPTIVA

La presente invención se refiere a una nave contenedora subterránea de alta seguridad para instalaciones de plantas nucleares, que posee medios de cierre y sello temporal o definitivo cuyo objetivo es impedir el paso de radiación al ambiente en el caso de un accidente nuclear o cuando la planta se ha desmantelado y cerrado; posee
10 condiciones mejoradas de seguridad que impiden la avería de la nave por causas intencionales, tal como atentados terroristas o similares, sucesos climáticos o naturales, como terremotos, huracanes, tsunamis, etc. y se constituye como un sarcófago hermético en sí misma desde el momento en que la planta deja de funcionar evitando el desmantelamiento, representando un depósito de la misma en condiciones de alta
15 seguridad perenne y de bajo costo en el largo plazo, percibiéndose la condición de seguridad en la población.

DESCRIPCIÓN DEL ARTE PREVIO

En tiempos presentes nos enfrentamos a variados problemas derivados de la
20 disminución de los recursos fósiles, daños al medioambiente y cambio climático causado principalmente por el aumento de elementos contaminantes derivados del mismo uso de dichos combustibles.

En base a ello se hace necesario el desarrollo del uso de energía nuclear tanto para
25 el uso industrial como para el nivel de consumidores menores, sin embargo históricamente, esta tecnología ha sido ampliamente cuestionada, pese a su gran eficiencia, principalmente por los efectos altamente dañinos que puede causar al medio ambiente y a la salud pública, en el caso de un accidente ocurrido en alguna de las plantas de producción de energía a través de medios radioactivos; ya sean causados por simple
30 avería técnica en el proceso, un mal funcionamiento del reactor, o trátase de sabotaje, o la vulnerabilidad de un reactor nuclear como un objetivo de oportunismo en tiempos de guerra.

Otro motivo de preocupación, especialmente en el caso de los reactores reproductores, ha sido el posible desvío clandestino de plutonio que contienen los elementos combustibles para su uso en armas nucleares.

5

Una preocupación aún más ha sido el peligro en que se pone a la población por causa de las estructuras de reactores abandonados y fuera de servicio, los que poseen restos altamente radiactivos que pueden permanecer durante siglos.

10

Estas preocupaciones han sido confirmadas como resultado del accidente nuclear de "Three Mile Island", donde ocurrió la fusión del reactor, en los Estados Unidos y la destrucción explosiva del reactor de Chernobyl en la Unión Soviética y recientemente en Fukushima, Japon.

15

Pese a ello, varios países, especialmente Estados Unidos, Francia, Inglaterra, Canadá, Japón, Alemania y Rusia, han seguido adelante con sus programas para desarrollo de la energía nuclear comercial manteniéndose en la actualidad por sobre los 440 reactores repartidos en 30 países usuarios con riesgos sensibles a la humanidad y en estados de alta vulnerabilidad a la radiación al medio ambiente propagable al resto del mundo. Estos países han explorado nuevas tecnologías de reactores y han llegado al punto en que están compitiendo en la comercialización exterior de reactores de energía nuclear; sin embargo, tal como quedó demostrado recientemente con el desastre nuclear acaecido en la planta nuclear de Fukushima, Japón, tras el gran terremoto y tsunami de Marzo de 2011, aunque se creía tener cubiertos todos los riesgos imaginables, la principal falla se originó en la falta de una fuente adicional de energía eléctrica para hacer funcionar los enfriadores, esto se traduce que siendo las plantas altamente seguras creyéndose invulnerables estas fallan, mas aún su vulnerabilidad a los ataques convencionales de guerra las pueden transformar en el mayor riesgo para la humanidad, ya que su destrucción generaría una contaminación descontrolada de la radiación en

25
30

Una planta de energía nuclear funciona bajo la base de obtener energía que procede de la fisión o fusión de átomos de uranio en las que se liberan gigantescas cantidades de energía que se utiliza para producir electricidad; la eficiencia es enorme, dado que por un kilo de uranio se puede llegar a producir tanta energía como 1000
5 toneladas de carbón.

Básicamente una central nuclear cuenta de cuatro partes principales: un reactor en el que se produce la fisión; el generador de vapor en el que el calor producido por la fisión se utiliza para evaporar agua; la turbina que produce electricidad con la energía
10 contenida en el vapor y un condensador en el cual se enfría el vapor, convirtiéndolo en agua líquida.

En las centrales nucleares convencionales hay un circuito primario de agua que se calienta por la fisión del uranio. Este circuito forma un sistema cerrado en que el agua
15 circula bajo presión, para que permanezca líquida a pesar de la alta temperatura que alcanza, alrededor de 293°C.

Con el agua del circuito primario y por transferencia térmica se calienta otro circuito de agua, llamado circuito secundario, el que se transforma en vapor a presión que
20 es conducido a una turbina, que en conjunto con un generador produce energía eléctrica. Finalmente el agua es enfriada en torres de enfriamiento y condensada para su reutilización.

En una central nuclear habitual, el núcleo del reactor, está dispuesto dentro de una
25 vasija de gruesas paredes acero, diseñada para permanecer hermética, evitar que se filtre radiación al ambiente y en caso de un accidente, evitar su fusión.

Esta vasija, junto con el generador de vapor están colocados dentro de una nave o edificio de seguridad, construido con paredes de hormigón gruesas que pueden ir de una
30 a dos metros de espesor y estrictas medidas de seguridad, las que deben soportar efectos de terremotos, huracanes, tsunamis, ataques de terceros y hasta colisiones de aviones que eventualmente chocaran contra él.

En una central nuclear que funciona correctamente, la liberación de radioactividad es mínima y perfectamente tolerable ya que entra en los márgenes de radiación natural que habitualmente hay en la biosfera.

5 Los accidentes que han ocurrido demuestran que una planta nuclear no puede explotar como si fuera una bomba atómica, pero cuando por accidente (falla del sistema de refrigeración) se producen altas temperaturas en el reactor, el metal que envuelve al uranio se funde y se escapan radiaciones; adicionalmente es posible que escurra agua desde el circuito primario, la que es altamente radiactiva, dado que es la que rodea al
10 núcleo.

Otro de los aspectos importantes en la seguridad del uso de la energía nuclear, tiene que ver con los residuos radiactivos, ya que las centrales nucleares generan residuos, los que han de ser almacenados de manera segura, ya que son altamente
15 radiactivos.

Este problema se hace presente no solo en el periodo de funcionamiento de una planta nuclear, sino que tanto más importante es el problema del destino, transporte y cuidado de dichos residuos cuando una planta ha cumplido su ciclo de vida aprovechable
20 y debe desmantelarse.

En rigor, las soluciones para el almacenamiento de los residuos han de ser perdurables en el tiempo, más allá de miles de años, conservando su estanqueidad.

25 Una vez que una planta nuclear ha sido desmantelada o cerrada por un accidente, no solo hay que preocuparse de los residuos como tal, sino que de toda la instalación, dado que con los años las estructuras se fisuran y pierden hermeticidad, con la consecuente filtración de radioactividad. Por lo tanto este es un problema importante a considerar para el correcto uso de una central nuclear, una de las soluciones que se han
30 implementado, por ejemplo en Chernobyl, se construyó un sarcófago nuclear de hormigón que cubrió completamente las instalaciones de los reactores, para evitar la liberación de radioactividad; sin embargo, después de veinte años dicho sarcófago se ha

vuelto ineficaz, constatándose considerables niveles de radiactividad filtrada hacia el medioambiente, por lo que se debió construir un segundo sarcófago de hormigón, cubriendo al primero, cuyo costo bordeó los 1.000 millones de euros y se extendió por cerca de cinco años en su construcción. Situación que probablemente se deberá repetir en
5 Japón, por el hecho de ser una planta nuclear superficial, situación que podría haber tenido un mejor tratamiento al ser subterránea y un cierre oportuno y de bajo costo en vías y monetario.

El peligro potencial para el medio ambiente causado en plantas convencionales de
10 energía nuclear y las centrales eléctricas que queman combustible, ha sido ampliamente reconocida; también el uso de energía geotérmica se ha sugerido como una solución parcial a este problema, aunque los lugares donde se pueden utilizar son muy limitados y son modestos los niveles de generación de energía que se puede esperar de las instalaciones de este tipo.

15

Por estas razones, es que se justifica el desarrollo y utilización de la energía nuclear, aprovechando la alta eficiencia y bajo impacto ambiental, siempre y cuando las instalaciones no fallen. De hecho es considerable que este tipo de tecnología es altamente segura, mientras no falle, puesto que cualquier accidente es inmediatamente de altas
20 consecuencias para la salud pública y medioambiental.

Es necesario entonces un sistema de producción energética nuclear que cuente con altísimos estándares de seguridad en su funcionamiento y en caso de una eventual falla, y posible fusión del núcleo o explosiones de hidrógeno convencionales, que el sistema sea
25 capaz de auto-sellarse rápida y oportunamente, impidiendo la transferencia de radioactividad hacia el medio ambiente.

La ciudadanía exige medios técnicos que garanticen la absoluta seguridad y excluyan la posibilidad de otro Chernobyl o Fukushima; por lo que el concepto de
30 inseguridad de las plantas nucleares que tiene la población podrá cambiar en la medida en que se obtenga un avance tecnológico que permita reducir o eliminar esta percepción, lo que podrá alcanzarse con la construcción de plantas subterráneas de bajo costo en los

sistemas de seguridad durante su vida útil, desmantelamiento o posterior a su cierre.

Esta situación de alto riesgo exige establecer un sistema protocolizado de la condiciones que permitan el cierre de las plantas bajo condiciones de riesgos, desastres
5 descontrolados o imponderables específicos que impliquen establecer claramente diferentes niveles de cierre, desde el temporal con accesos de personal de emergencia, hasta el cierre permanente y definitivo de la planta.

En la búsqueda de hacer más segura la utilización de la energía nuclear, a través de
10 la historia se han planteado varias soluciones, las que de acuerdo a la experiencia, han demostrado ser ineficaces y por ende, permanece en el sentido común, la sensación de gran amenaza en el uso de este tipo de tecnologías, pese al gran beneficio que implican.

Una línea de soluciones apunta a la calidad material/estructural e infalibilidad del
15 reactor como tal, del edificio de seguridad y la estanqueidad de las vías de salida y entrada de los circuitos primarios y secundarios. Dichas soluciones pasan por una estructura protegida del reactor, tanto de la calidad del material constructivo, como por las medidas de enfriamiento de dicho reactor. Así es como pueden apreciarse soluciones de ese tipo en las patentes US 3755079; US 4595555; US 2010/0296619 y
20 US2011/030497.

Las desventajas de este tipo de soluciones son principalmente la exposición de la planta, dejándola vulnerable a todo tipo de peligros climáticos y naturales, como
25 asimismo a ataques terroristas, bombardeos y la factibilidad de ser una fuente de contaminación radiactiva muy alta en una etapa de desuso o desmantelamiento, debiendo acudir a construcciones protectoras, como del tipo sarcófagos de hormigón que también presentan estado de vulnerabilidad evidente en caso de guerra por ser objetivos de daños al contrincante.

30 También se encuentran propuestas de plantas nucleares a nivel de tierra pero cubiertas por capas de tierra conformándose una estructura en forma de cerros, así como se describe en las patentes US4244153 y US4297167.

Si bien este tipo de instalaciones supera la peligrosidad de una planta expuesta como las señaladas con anterioridad, su ubicación es igualmente vulnerable, y de algún modo de mayor costo constructivo a cambio de pocas ventajas.

5

En el estado de la técnica es posible encontrar soluciones que disponen parte de la central bajo tierra, especialmente los componentes de mayor peligrosidad, como el reactor y dejan en la superficie las instalaciones de transformación en energía eléctrica, tal como las naves de turbinas y generadores. Ejemplo de ello se puede ver en la patente
10 US4000038 y US 4851183.

Si bien esta solución es ventajosa respecto de las instalaciones que están completamente sobre el nivel de tierra, no abordan el problema de ataques aéreos con misiles que pueden penetrar fácilmente el terreno por los lados y destruir al reactor o los
15 conductos de comunicación. Tampoco aborda el problema de la fácil exposición de contaminantes en etapa de desmantelamiento, dado que entre el reactor y el exterior, solamente se dispone una compuerta de sello.

Otra línea de soluciones apuntan a la ubicación de la central nuclear bajo tierra,
20 unas que se disponen completamente en profundidades, como se describe en la patente US 5223208; como también otras que plantean una ubicación más cercana a la superficie, como se puede revisar en las patentes US4826652, US2983659 y US3712851.

Si bien estas últimas son las mejores propuestas, dado que la profundidad de las
25 instalaciones es mayor, como lo que se ve en la patente US 5223208; en el caso de ésta específicamente, su efectividad depende de la ubicación geológica, dado que precisa de terrenos que tengan naturalmente, y en un determinado orden y profundidad, capas de diferente permeabilidad, hecho que encarece los costos y limita la ubicación.

30 Soluciones del tipo recién señaladas no superan adecuadamente el problema de la seguridad en el cierre de la planta en el caso de un accidente y tampoco aborda el problema de los residuos radiactivos en estado de desmantelamiento.

La invención que es motivo de la presente solicitud viene a superar las desventajas destacadas en el arte previo, abordando a través de su propuesta el problema de la seguridad, de la vulnerabilidad frente a embates de la naturaleza, tal como terremotos, tsunamis, huracanes, inundaciones, etc; problemas frente a ataques terroristas de todo tipo, tal como bombas, misiles, colisión de aviones, etc; proporciona un ambiente de seguridad para sus operarios; dispone de un medio de respuesta automático cierre y sello del reactor en caso de un accidente, el que puede ser autónomo o dependiente; se hace cargo de los residuos radiactivos de la central nuclear una vez que la planta ha cesado funciones o haya debido cerrarse por causa de un accidente, de modo que la nave cumple funciones activas durante su vida útil como contenedor de instalaciones de plantas nucleares durante el período productivo y, cumple funciones como contenedor de materiales de desmantelamiento de la planta y como sarcófago perenne a su cierre generando un ahorro significativo en estos ultimas dos temas que las plantas superficiales deben asumir con costos descontrolados como son los casos de Chernobyl y Fukushima.

15

Asegurando así un proceso de cierre más seguro, reduciendo o eliminando la instancia de traslado de material de desecho radiactivo por sectores que están libres de contaminación.

20

Al funcionar como sarcófago en el período de cierre perenne, provee de un contenedor de bajo costo de mantención a futuro, resolviendo el problema de los desechos, su transporte y almacenaje después de su cierre. Esto es valido aun para Planta actualmente vigente trasladando el núcleo a naves contenedoras subterráneas de bajo costo para dar seguridad y mejorar la percepción ciudadana al uso de la energía nuclear.

25

La invención propuesta es una solución de alta seguridad que permitiría el desarrollo de los programas nucleares ofreciendo a la población, condiciones seguras medioambientales y de salud física y mental.

30

La solución contenida en esta invención, que se detallará más adelante, cuenta como principal aporte, con etapas de cierre creciente con mayor nivel de protección para la nave contenedora, comenzando en su parte superior con una primera tapa o cubierta de

tipo piramidal redondeada de gran espesor, que permite reducir el efecto de impactos físicos u ondas de expansión, lo que dada la figura de la pieza permite disipar los efectos de dichos ataques u ondas de expansión, utilizando su fuerza para un mayor agarre con su base de apoyo, siendo esta tapa un primer escudo protector que podrá ser abierto y cerrado según necesidad del usuario; una losa lateral que amplía la zona de protección hacia la profundidad de la nave; un cuello protector como pieza separada que permite detener trizaduras de la nave frente a grandes impactos sobre la parte protectora superior, manteniendo intacta la nave contenedora principal, este cuello contiene una compuerta de cierre temporal que podrá ser cerrado autónomamente y abierto a voluntad, contando para ello con un sistema de apertura u deslizamiento que le permite operar coordinadamente con la tapa principal, permitiendo el cierre parcial y temporal de la planta para hacer frente a operaciones de emergencia, pudiendo restablecer la situación de operación normal de la planta una vez solucionada la emergencia presentada; un cuerpo principal o nave contenedora, capaz de establecerse en formas y tamaños diferentes según necesidad del usuario, con un sistema de protección adicional y extremo, que es el cierre permanente de la nave, el cual se podrá ejercer frente a riesgos de desastre descontrolado, ataques mayores, desmantelamiento y cierre de la planta; utilización de la misma nave como sarcófago nuclear perenne, en cuyo caso se activará la puerta de cierre irreversible, hermético, de gran resistencia, que cuenta con un medio de cierre autónomo sin fuentes de energías ni sistemas de cierre forzado, ya que una vez activado el mecanismo de cierre operará autónomamente utilizando la energía potencial del sistema, no requiriendo de ningún otro sistema de apoyo, asegurando de esta forma que aún en las peores condiciones de operación de la planta, con cortes de energía, se podrá sellar de forma permanente frente a situaciones de riesgo extremo.

25

La nave presenta niveles de protección sucesivos, teniendo varias posibilidades de realizar el cierre según el nivel de riesgo a la cual se enfrente, pudiendo ser desde el caso de fallas leves con cierre parcial y con acceso de personal y materiales, hasta un cierre permanente, autónomo, hermético y perenne en el caso de que la emergencia así lo requiera.

30

Lo fundamental en esta innovación está principalmente en su autonomía, que significa que no precisa de ninguna fuente energética adicional para ejecutar su función, excepto la energía potencial de la misma masa que una vez activado el proceso de cierre se transforma en irreversible, solo en caso de que eventualmente por diseño se decidiera dar apoyo al sistema de cierre, se disponen medios adicionales que resolverían el problema.

En resumen, la presente invención produce muchos efectos positivos derivados de su configuración y funcionamiento, pudiendo mencionar, entre otros, que

- 10 - Reduce costos de mantención al ser un sarcófago subterráneo, siendo más seguro en los distintos periodos de su ciclo de vida que uno superficial.
- Mayor seguridad durante su vida útil al encontrarse menos expuestos.
- Menor costo de operación en seguridad durante su vida útil o después de su cierre, tanto de guardias como de medidas de protección física.
- 15 - Menor costo por desmantelado, descontaminado y almacenado de desechos radiactivos al disponer de espacios disponibles para ello, al interior de la nave.
- Mejoras en el nivel de vida de los ciudadanos en su entorno próximo y lejano
- Seguridad nacional al mantener plantas seguras, alejadas de riesgos latentes actuales y de fácil vulnerabilidad y más aún en periodos de guerra o terrorismo activo.
- 20 - Bajo costo de desmantelamiento del núcleo de la planta al limitarse a definir su disposición final y almacenajes, evitando operaciones con materiales radioactivados y evitando su traslado.
- Transforma el complejo proceso de desmantelar una planta nuclear a un proceso de cierre inmediato y perenne de forma segura y a bajo costo de cierre en comparación a
- 25 cualquiera de las opciones de superficie.
- Reduce o elimina la necesidad de construir contenedores de mantención adicionales al cierre final de la planta al transformarse dicha nave contenedora en sarcófago nuclear permanente y de alta seguridad, contra intrusión convencional o no.
- Frente a desastres naturales o por fallas, su cierre es rápido, pudiendo ser un cierre
- 30 temporal de la planta con accesos de personal o cierre permanente según el origen y estado de la falla.
- Permite el reemplazo de instalaciones en plantas actuales trasladando los núcleos y

generadores de vapor a nivel subterráneo, sin cambiar las demás instalaciones de la planta ni de servicio, solo la parte de alto riesgo de la misma, generando una seguridad adicional para la población a bajo costo presente y futuro.

- 5 - Permite crear ductos de conexión para personal o flujos de materiales en cualquier estado físico con otras naves subterráneas o de superficie, lo que permite su crecimiento e integración a unidades complejas, almacenaje subterráneo de producción de gases como por ejemplo el hidrógeno.
- El manejo del material de deshecho puede ser contenido en las mismas naves al agregar sectores de almacenaje seguros.
- 10 - Permite una extensión de la vida útil de la nave al incorporar mayor profundidad, con capacidad de al menos uno o más niveles de instalaciones industriales de modo que una vez terminada dicha operación, se pueda cubrir con rellenos u otro material y sellar, permitiendo una nueva instalación en el punto, sin la necesidad de dismantelar ni realizar cambio de lugar físico de la planta, sin uso de terrenos adicionales, ampliando el periodo
- 15 de vida útil de la planta, etc.
- Facilita el uso del concepto de Reactores Modulares con opción de reutilización de la nave contenedora como tal.
- Los espacios generados durante la construcción podrán plantearse como uso de servicios, oficinas, operaciones o generar espacios mayores para introducir partes o
- 20 componentes adicionales a la planta, quedando una nave de amplia flexibilidad a los requerimientos del usuario final.
- Es una planta ideal para el reemplazo de plantas actuales a plantas subterráneas en el lugar, trasladando en el mismo punto las componentes de alto riesgo de la planta.
- Los costos en seguridad de la planta se reducen al tener menos puntos y áreas de
- 25 exposición al riesgo, de fácil control y menores niveles de riesgo.
- El costo del dismantelamiento de la planta se ve reducido al poder utilizarse la misma nave como nave depositadora de los desechos nucleares, eliminando el traslado por sectores externos a la planta y aprovechando los espacios disponibles para alojar los materiales radiactivos en un volumen a dejar herméticamente aislado en forma
- 30 permanente.
- Baja en los costos de mantención futura de los residuos y de la planta, ya que la misma quedará protegida por un sarcófago nuclear sólido, de bajo costo de implementación y de

vigilancia a futuro.

- Elimina el riesgo de mantener plantas cerradas con núcleos radiactivos almacenados en superficie que se convierten en focos de interés militar, de terceros o climáticos para futuros desastres en el sector.

5

La presente invención, procura que el núcleo reactor, siga estando profundamente enterrado después de la clausura de la planta, funcionando como un sarcófago nuclear de alta seguridad, con lo que soluciona el problema de salud mental, seguridad pública y el problema de la desviación de materiales hacia usos clandestinos.

10

Adicionalmente, esta invención proporciona una instalación de energía nuclear que está a salvo del peor accidente concebible en un reactor, es decir, la dispersión permanente de radiación de larga vida del núcleo del reactor aún en estado de desmantelamiento.

15

La nave de alta seguridad propuesta por la presente invención permite que en su interior se disponga una planta completa o solo parte de ella, como por ejemplo contener solamente el reactor y el generador de vapor, mientras que en el exterior, sobre superficie, se pueden disponer las instalaciones relacionadas con la generación de electricidad y el resto de instalaciones relacionadas con todo el proceso, tal como la sala de turbinas, el generador o la torre de enfriamiento.

20

La presente invención propone una nave contenedora subterránea multifuncional de alta seguridad para instalaciones de plantas nucleares subterráneas, la que está compuesta por dos partes principales, un contenedor inferior de máxima seguridad que contiene a los componentes radioactivos de la planta nuclear y una parte superior, dispuesto arriba del contenedor, que constituye una serie de medios de protección de dicho contenedor inferior.

25

30

La parte o zona inferior comprende el contenedor de máxima seguridad como tal, el que cuenta con un medio de cierre superior autónomo, permanente, el que se activa frente a una situación de riesgo y la parte o zona superior de la nave comprende los

medios de seguridad en diferentes niveles, acceso y cierre temporal durante el período de funcionamiento activo de la planta.

Dicha zona inferior de la nave es en sí un contenedor subterráneo, que comprende una pared interna, una pared externa, una base y una boca o abertura superior, que conforman una cavidad interna y un manto, el que está estructurado por una pared continua cuyo espesor debe responder a los requerimientos o regulaciones establecidas para evitar la perfusión de líquidos radiactivos hacia el terreno contiguo, evitar su ruptura o desintegración frente a una explosión interna, evitar su ruptura o agrietamiento frente a embates de la naturaleza, como por ejemplo, los terremotos y evitar su ruptura frente a ataques intencionales como es el caso de atentados terroristas.

La forma del contenedor puede ser variada, pero conformando un volumen idealmente cilíndrico, paralelepípedo, tronco cónico o tronco piramidal; cuyo tamaño responderá principalmente a requerimientos específicos de cada planta, dependiendo de qué instalaciones lleve en su interior, ya sea la planta completa o solamente el reactor.

En cuanto a su profundidad, el volumen puede ser tan profundo como las posibilidades técnicas y geofísicas lo permitan, sin embargo es deseable que la profundidad de la nave permita colocar al menos dos niveles de plantas en diferentes estratos, aunque no funcionando simultáneamente, sino que considerando que una vez que la primera planta ha terminado su período útil, sea posible aislar dicha instalación con un relleno de hormigón y una losa final, de espesor suficiente como para instalar una nueva planta sobre la ya caducada.

Dicho contenedor cuenta, en sus paredes, con medios de entrada y salida para ductos de diferente aplicación, tal como la salida del vapor que va a los generadores de electricidad; entrada de agua reutilizada; salida de líquidos de desecho; un túnel de aire fresco; túneles de conectividad a otras áreas o naves contendoras; un sistema de enfriamiento alternativo por agua, formado por ductos que van directo a los puntos de fusión, alimentado desde el exterior por columnas de agua a presión, donde dicha agua va bajando por un sector aislado que permite la llegada de agua fresca y directa al punto de

solicitud de enfriamiento, donde la alimentación de dicho sistema podrá ser desde estanques de almacenaje, matrices de agua, medios aljibes u otros; estando dichos medios de cierre provistos por medios de cierre y aislamiento seguro para evitar la filtración de material radiactivo o ingreso de material indeseado. Todos los ductos están contenidos en una columna lateral o conducto de conectividad entre el interior de la nave y el exterior.

Dichos conductos de conectividad cuentan con medios de cierre y aislación regulada, tipo válvulas unidireccionales, dispuestas en varios tramos y en la conexión con cada ducto menor, cuyo objetivo es asegurar la salida de flujos bajo condiciones reguladas, impidiendo la salida descontrolada de flujos contaminantes.

La zona superior de dicho contenedor inferior, que corresponde al límite con la zona superior de la nave, presenta un dispositivo de cierre con bloqueo definitivo, para alta seguridad frente a catástrofes o para el cierre permanente de planta.

Dicho dispositivo de bloqueo al ser activado deja al contenedor inferior en un estado de cierre permanente, hermético y perenne.

Es deseable que dicho dispositivo sea utilizado como sello permanente y perenne frente a una situación de catástrofe, donde dicho mecanismo de cierre transforma a dicha nave en un sarcófago de seguridad que impediría el paso o filtración de radiactividad hacia el ambiente, en el caso de producirse la destrucción y/o fusión del núcleo del reactor.

El mencionado dispositivo de bloqueo permanente se constituye por una cámara de guía y de una compuerta plana desplazable que se desliza en su interior; donde dicha cámara que es parte de la estructura de la nave, está conformada por una cavidad que atraviesa el manto de la nave, orientada preferentemente de manera inclinada, pudiendo variar los grados de inclinación de acuerdo a las dimensiones de la nave y por ende, de acuerdo al diámetro de ésta.

Dicha cámara se conforma por un labio perimetral interior e inferior, de refuerzo, el que en su zona superior se constituye como una superficie plana, anular, de soporte de dicha compuerta plana desplazable; estando dicho labio, por su lado externo, empalmado con un collarín perimetral de refuerzo de la nave, que cumple la función
5 doble de estructurar el manto a modo de nervadura y por otro lado, ser el canal guía por donde se desplaza y donde encaja finalmente dicha compuerta plana desplazable.

El mencionado collarín remata superiormente en un labio interno superior de la nave, manteniendo la misma inclinación que presenta el labio interno inferior antes
10 descrito.

Por uno de los costados del manto de la nave, dicho collarín se proyecta y extiende lateralmente, conformando la cavidad de la cámara, donde la longitud de dicha cámara es levemente mayor o equivalente a la longitud de dicha compuerta plana desplazable y
15 donde la altura de dicha cámara es equivalente o levemente mayor a la altura de dicha compuerta plana desplazable.

En una modalidad preferida, la zona lateral de la cámara, es decir, aquella zona que queda por fuera y lateral al manto de la nave, presenta su cara inferior con una
20 curvatura cóncava interiormente, la que a medida que se acerca al manto de la nave va orientándose horizontalmente para empalmar con el collarín que también, en este caso, estaría dispuesto casi horizontalmente. La cara superior de dicha cámara, en la zona lateral, está inclinada según un ángulo que permite que al momento en que la compuerta se destraba y comienza a cerrarse, ésta se desplace cayendo rápidamente por efecto de la
25 energía potencial acumulada en su estado de latencia, guiada por esta curvatura cóncava y que al llegar al cuerpo de la nave sea capaz de disminuir la velocidad y terminar su cierre.

Entonces, dicha cámara se conforma internamente por una pared vertical
30 perimetral, una cara inferior y una cara superior; en tanto que sobre dicha cara inferior de la cámara se dispone un mecanismo de rodadura que facilita el deslizamiento de dicha compuerta plana desplazable; apareciendo cercano al borde del labio inferior, una

cavidad que participa en un mecanismo de traba de dicha compuerta plana con la cara inferior de la cámara.

La mencionada compuerta plana desplazable, es un bloque sólido, tipo losa de forma plana, conformado por una cara superior, una inferior y una cara perimetral; cuya altura responde a la altura de la cámara y cuyo diámetro o área de dichas caras superior e inferior, responde al diámetro o área abierta de la nave, tal que cuando el dispositivo de bloqueo se active, sea capaz de cubrir y sellar la abertura superior del contenedor que se conforma en torno al perímetro del labio interno inferior de refuerzo.

La compuerta desplazable presenta en el borde externo de su cara inferior, un mecanismo de rodadura que permite su desplazamiento una vez que se ha activado el mecanismo de bloqueo permanente, apareciendo en la zona posterior de su cara inferior, un mecanismo de trinquete de alta resistencia que se traba con la cavidad dispuesta sobre la cara superior del labio inferior.

Una vez que dicho mecanismo de bloqueo permanente se ha activado y la compuerta se ha deslizado hasta su posición de cierre, se activa también un medio de sello que comprende una resina de curado rápido o un material de relleno, capaz de llenar los espacios residuales entre la compuerta y la cámara, proveyendo de un completo aislamiento entre la zona inferior de la nave, que contiene los componentes más delicados de la planta, respecto de la zona superior de seguridad y cercanía al exterior.

Dicho dispositivo de bloqueo permanente posee la particularidad de ser capaz de cerrarse de manera autónoma, es decir, sin requerir medios externos para realizar su cierre rápido en una situación de emergencia, incluso en un escenario extremo donde ya no se cuente con electricidad ni energía de apoyo. Este mecanismo se desarrolla gracias a la energía potencial de la misma masa de la compuerta, la que por estar en posición inclinada, una vez que es liberada es capaz de deslizarse por sí misma hasta su posición de cierre y sello definitivo.

La zona superior de la nave es la zona que comprende medios de seguridad en

diferentes niveles, un cierre temporal y acceso durante el período útil de la nave, donde dicha zona superior se conforma por un manto superior, que es continuación del manto de la zona inferior de la nave y que nace sobre el collarín de refuerzo de la cámara, a partir de una línea de separación estructural que permite separar la zona superior de la estructura del contenedor de la nave, es decir, de la zona inferior; de modo que esta línea de separación estructural del manto de la nave permite interrumpir el avance de eventuales grietas hacia la estructura inferior, que es la más sensible y requiere mayor seguridad dado que ahí se encuentra el reactor.

A partir de esa línea de separación estructural se proyecta hacia arriba el manto de la zona superior o cuello de la nave, que comprende una cara externa y una cara interna, apareciendo a la mitad de la altura de dicho manto superior, un segundo dispositivo de cierre, funcionalmente similar al ya descrito, pero éste es de bloqueo temporal; es una cámara inclinada, que puede poseer menor inclinación en comparación con la inclinación que presenta el dispositivo de seguridad permanente.

Está formado también por una cámara guía superior, que es una cavidad transversal al manto, con una pared perimetral vertical, una pared inferior y una pared superior. Presenta un collarín externo perimetral, que se aprecia como una protuberancia en la cara externa del manto, el que interiormente se proyecta como un labio perimetral inferior y un labio perimetral interno superior entregando adicionalmente un refuerzo estructural al cuello de la nave.

Dicha pared vertical de la cámara superior, presenta un sacado escalonado donde encaja la pared vertical de una segunda compuerta deslizante; mientras que hacia un costado del manto de la zona superior, dicha cámara superior se extiende lateralmente conformando una cavidad donde se aloja dicha segunda compuerta deslizante.

Sobre dicha cara inferior de la cámara superior, se dispone un mecanismo de rodadura que facilita el desplazamiento de dicha compuerta desplazable superior; donde la mencionada compuerta desplazable superior, es también un bloque sólido, tipo losa, de forma plana o en forma de cuña, conformado por una cara superior, una inferior y una

cara perimetral, donde dicha cara perimetral presenta un perfil escalonado; cuya altura responde a la altura de la cámara y cuyo diámetro o área de dichas caras superior e inferior, responde al diámetro o área abierta de zona superior de la nave, tal que cuando el dispositivo de cierre temporal se active, sea capaz de cubrir la abertura.

5

La compuerta desplazable superior presenta en el borde externo de su cara inferior, un mecanismo de rodadura que permite su desplazamiento una vez que se ha activado el mecanismo de cierre temporal. En tanto, dicha compuerta de bloqueo temporal presenta un mecanismo retráctil de apoyo, ubicado preferentemente en la cámara, que permite el movimiento de dicha compuerta para realizar la apertura temporal de ésta.

10

Sobre dicha cámara superior, el manto de la nave continúa recto hasta un borde superior de la nave, pero en ese tramo la cavidad presenta una losa de aplicaciones, conformada por una placa de hormigón, con una cara inferior y una superior, cuyo espesor debe ser grande, pero depende de los requerimientos de cada usuario, cumpliendo la función de aislar la abertura principal de la nave, respecto del interior de la zona superior.

15

En una zona más cercana a la abertura principal de la nave, se dispone una segunda línea de separación estructural que permite separar la zona superior del cuello de la zona superior, de su interior.

20

Ya cercano al borde superior de la abertura principal de la nave, se dispone una malla de protección, la que evita que caigan escombros u objetos inapropiados hacia el interior. De similar forma, en el caso de que por un ataque terrorista se lograra destruir la tapa de la nave, esta malla impediría que los restos cayeran al interior y pudieran eventualmente bloquear los mecanismos de cierre desplazables.

25

El manto de la nave llega hasta su borde superior y ahí se extiende lateralmente en todas direcciones por todo su perímetro, conformando losas de protección superior superficial y de sustentación de la estructura, donde los costados de dicha losa superior,

30

específicamente aquel lado coincidente con la zona donde están las cámaras de los dispositivos de cierre, se extiende por una longitud por lo menos equivalente a la longitud de dichas cámaras, mientras que el extremo distal de dicho lado mayor de la losa superior, se pliega y baja hasta un punto cercano al dispositivo de cierre superior.

5

Sin embargo la longitud de dicho tramo vertical puede ser variable de acuerdo a los requerimientos de cada usuario, como también es posible que bajo dicha losa superior se pueda hacer uso del espacio que se genera sobre la cámara del dispositivo de cierre temporal, como por ejemplo, para conformar recintos de oficina o salas de control.

10

Estas extensiones superiores de la nave, que se aprecian como losas superiores, cumplen la función de proteger el área cercana a la nave, frente a ataques intencionales, como por ejemplo de misiles que vayan en dirección diagonal para alcanzar el manto de la nave, con ello las losas reciben el primer impacto y disminuyen el poder de penetración.

15

Sobre dicha losa superior, se dispone un borde resaltado que conforma un mecanismo de enganche, traba o cierre de una tapa o cubierta superior de la nave, teniendo dicha cubierta una cara exterior y una cara interior, donde dicha cara interior es preferentemente cóncava y cuya cara exterior es de forma tronco cónica, donde su forma, peso y espesor responden a la disipación de ondas de choque, la succión y tracción provocada por ondas de choque de bombas o sucesos similares como huracanes o tsunamis.

20

Dicha cubierta presenta un borde perimetral que en conjunto con el borde resaltado de la losa superior, conforman un mecanismo de traba y cierre estanco de la nave.

25

Esta invención considera la posibilidad de dejar sobre el nivel de superficie la parte de la cubierta superior de la nave, sin embargo para un mejor funcionamiento de la instalación sería conveniente contar con algún medio de camuflaje de dicha cubierta y de las instalaciones generadoras de electricidad, como por ejemplo la construcción de un

30

galpón de alta resistencia.

Pese a ello, preferentemente la invención considera dejar la nave completa bajo tierra, dejando solamente la salida del conducto de conectividad como punto de salida.

5

Algunas modalidades de la presente invención pueden derivarse manteniendo el mismo concepto inventivo, por lo que es deseable señalar la posibilidad de que los dispositivos de bloqueo con los que cuenta la nave, ya sea el de cierre temporal o el cierre permanente, pueden estar ambos o solo uno de ellos provistos de medios de cierre motorizados o con algún medio motriz que genere el movimiento de desplazamiento de las compuertas; en dicho caso y dado que se prescinde de la inclinación de los dispositivos de cierre para su cierre autónomo, dichos dispositivos de cierre pueden ser conformados de forma horizontal, sin la inclinación que se mencionó en las descripciones anteriores (tal como puede apreciarse en las figuras 7 y 8 de esta presentación).

15

Asimismo, sucede con la modalidad donde la cámara guía de las compuertas presenta una curvatura inferior en su zona lateral, mientras que en la zona de la nave es más bien casi horizontal, de modo que una vez que la compuerta sea activada para su cierre, ésta cae desde su posición original inclinada, se desplaza apoyada en la curvatura inferior y va disminuyendo su velocidad paulatinamente para llegar al cierre completo en la zona de la nave (tal como puede ser observado en las figuras 9 y 10).

20

Queda por tanto entendido que cualquier modificación formal está considerada mientras ésta no amplíe el alcance de la solución principal.

25

El funcionamiento de la nave que es motivo de esta invención, posee diferentes instancias: durante la vida útil de la planta, dicha nave permite condiciones de alta seguridad en su uso, dado que todos los componentes de la zona superior están destinados para ello, así la nave cuenta con medios de control sincronizado entre la cubierta superior y el dispositivo de cierre temporal, tal que cuando uno de ellos esté abierto, el otro permanece cerrado.

30

En caso de que la planta sea atacada por sucesos naturales o intencionales (terremotos, tsunamis, huracanes, misiles, bombas de alto impacto, etc.) la nave cuenta con varios medios de respuesta de alta seguridad, que en sí constituyen escudos protectores del cuerpo de la nave y especialmente de la zona inferior, que es donde se encuentran los componentes críticos; uno de dichos medios de respuesta de seguridad es la forma, estructura y medios de fijación perimetral de la cubierta superior, la que por ser cónica y de gran espesor es capaz de disipar las ondas expansivas y de choque de bombas, como también gracias a su medio de ajuste estanco con la losa superior, impide su levantamiento y desprendimiento en caso de tsunamis o huracanes; adicionalmente la losa superior posee una extensión horizontal que protege el cuerpo de la nave en caso de ataques con bombas o misiles.

En caso de que la planta sufra un desperfecto grave con riesgo de filtración de gran cantidad de radiación, se activa el dispositivo de cierre y bloqueo permanente, el cual posee la ventaja de ser de funcionamiento autónomo, no precisa de fuentes energéticas para realizar su cierre, solamente precisa de la propia energía potencial contenida en la compuerta inclinada, la que una vez activado el cierre, se desplaza por las guías dispuestas en la cámara que la contiene y provoca el cierre permanente de la zona inferior de la nave, que es precisamente donde están los componentes críticos; dicho sistema de cierre autónomo es también hermético, convirtiendo inmediatamente a dicha cavidad en un sarcófago de alta seguridad, el que cuenta con ductos de emergencia para entrada de fluido de enfriamiento que va directamente al núcleo del reactor.

La profundidad de la nave, y específicamente de la zona inferior de ella, es la que permite que dicha nave pueda mantener su vida útil, ya que mientras su profundidad sea equivalente al menos a dos niveles de reactores, en caso de que dicho reactor falle y o se deba clausurar por final de vida útil, es posible sellar el primer nivel con hormigón, rellenando la cavidad hasta un nivel tal que permita aislarlo y disponer de una nueva instalación de reactores, de modo que se siguen aprovechando las condiciones de seguridad que ofrece la nave.

Una descripción detallada de la invención, se llevará a cabo en conjunto con las figuras que forman parte de esta presentación, donde:

La figura 1 muestra un corte frontal de la nave subterránea completa con las compuerta de seguridad abiertas.

- 5 La figura 2 muestra un corte frontal de la nave subterránea completa con las compuertas de seguridad cerradas.

La figura 3 muestra un corte lateral de la nave subterránea completa.

La figura 4 muestra un corte frontal aumentado de la zona de compuertas, donde éstas se encuentran abiertas.

- 10 La figura 5 muestra un corte frontal aumentado de la zona de compuertas, donde éstas se encuentran cerradas.

La figura 6 muestra un corte frontal aumentado de la zona de la tapa y zona superior de la nave.

- 15 La figura 7 muestra un corte frontal de la nave subterránea completa, con las compuertas de seguridad abiertas, de acuerdo a una segunda modalidad de la invención.

La figura 8 muestra un corte frontal de la nave subterránea completa, con las compuertas de seguridad cerradas, de acuerdo a una segunda modalidad de la invención.

La figura 9 muestra un corte frontal de la nave subterránea completa, con las compuertas de seguridad abiertas, de acuerdo a una tercera modalidad de la invención.

- 20 La figura 10 muestra un corte frontal de la nave subterránea completa, con las compuertas de seguridad cerradas, de acuerdo a una tercera modalidad de la invención.

25

30

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA MODALIDAD PREFERIDA DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a una nave contenedora subterránea multifuncional de alta seguridad para instalaciones de plantas nucleares subterráneas, cuyo objetivo es impedir el paso de radiación hacia el ambiente externo en el caso de un accidente nuclear, ataque terrorista, embates climáticos o naturales severos y cuando la planta se ha desmantelado o cerrado; impedir la fuga de radiación hacia el exterior durante la vida útil de la planta y constituir un sarcófago en sí misma desde el momento en que la planta deja de funcionar.

Es posible definir la invención como una nave contenedora subterránea multifuncional de alta seguridad para instalaciones de plantas nucleares subterráneas, la que básicamente está compuesta por dos partes principales, un contenedor inferior de máxima seguridad que contiene a los componentes radioactivos y una parte superior, dispuesto arriba del contenedor, que constituye una serie de medios de protección de dicho contenedor inferior.

La invención posee un medio de cierre y bloqueo permanente autónomo en su funcionamiento, presenta otros medios de cierre temporal que van operando a diferentes niveles y de manera coordinada entre ellos y posee condiciones mejoradas de seguridad a nivel estructural que impiden la avería de la nave por causas intencionales o sucesos climáticos o naturales.

La invención comprende una nave contenedora subterránea, dispuesta bajo la línea de tierra (C); es de alta seguridad para instalaciones nucleares, compuesta por un cuerpo contenedor (1) en el que se distinguen dos zonas principales que son continuas conformando una sola nave, pero que funcionalmente se diferencian en una zona inferior (A) que comprende un contenedor en cuyo interior aloja los componentes más riesgosos y delicados de la planta, como por ejemplo el reactor (02) y el generador de vapor (03); dicho contenedor cuenta con un medio de cierre superior permanente que se activa frente a una situación de riesgo a nivel de desastre o bien por cierre permanente de la planta y

una zona superior (B) que comprende los medios de seguridad, acceso y cierre temporal durante el período de funcionamiento activo de la planta.

Dicha zona inferior (A) de la nave es en sí un contenedor subterráneo, que
5 comprende una pared interna (06), una pared externa (07), una base (08) y una boca o
abertura superior (09), cuyo manto (05) conforma una cavidad interna.

La forma y tamaño del contenedor puede ser variada, pero conformando un
volumen idealmente cilíndrico, paralelepípedo, tronco cónico o tronco piramidal; cuyo
10 tamaño responderá principalmente a requerimientos específicos de cada planta,
dependiendo de qué instalaciones lleve en su interior, ya sea la planta completa o
solamente el reactor.

En cuanto a su profundidad, el volumen puede ser tan profundo como las
15 posibilidades técnicas y geofísicas lo permitan, sin embargo es deseable que la
profundidad de la nave permita colocar al menos dos niveles de plantas en diferentes
estratos, aunque no funcionando simultáneamente, sino que considerando que una vez
que la primera planta ha terminado su período útil, sea posible aislar dicha instalación
con un relleno de hormigón y una losa final, de espesor suficiente como para instalar una
20 nueva planta sobre la ya caducada.

Dicho contenedor (04) cuenta en su manto (05), con medios de entrada y salida
para ductos de diferente aplicación, tal como la salida del vapor (10) que va a los
generadores de electricidad; entrada de agua reutilizada (12); salida de líquidos de
25 desecho (13); un túnel de conectividad (no ilustrado); un sistema de enfriamiento (11)
alternativo por agua, formado por ductos que van directo a los puntos de fusión,
alimentado desde el exterior por columnas de agua a presión, donde dicha agua va
bajando por un sector aislado que permite la llegada de agua fresca y directa al punto de
solicitud de enfriamiento, mientras que la alimentación de dicho sistema podrá ser desde
30 estanques de almacenaje, matrices de agua, medios aljibes u otros; estando dichos ductos
provistos por medios de cierre y aislamiento seguro para evitar la filtración de material
radiactivo (no ilustrados).

Todos los ductos están contenidos en una columna lateral o conducto de conectividad (14) entre el interior de la nave y el exterior, prolongándose en un ducto de salida (14') que llega hasta la superficie del terreno (C).

5

Dicho conducto de conectividad (14) está conformado por una sección en "C" que va adosado a la pared exterior (07) del manto inferior (05) y del manto superior (31), donde dicho conducto presenta paredes gruesas solidarias con las paredes de la nave (1).

10

Dicho conducto de conectividad (14) cuenta con medios de cierre y aislación regulada, tipo válvulas unidireccionales (no ilustradas), dispuestas en varios tramos y en la conexión con cada ducto menor, cuyo objetivo es asegurar la salida de flujos bajo condiciones reguladas, impidiendo filtraciones descontroladas de fluidos contaminantes.

15

La zona superior de dicho contenedor (04), que corresponde al límite con la zona superior (B) de la nave contenedora, presenta un dispositivo de bloqueo permanente (15) de alta seguridad, el que se activa de manera autónoma en caso de catástrofes o cuando se decida el cierre permanente de planta.

20

Tal como se aprecia en la figura 1 y 2, el mencionado dispositivo de bloqueo permanente (15) se constituye por una cámara contenedora guía (16) y por una compuerta plana desplazable (17), en forma de losa, que se desliza en su interior por efecto de la energía potencial propia de la masa de dicha losa; donde dicha cámara (16) que es parte de la estructura de la nave, está conformada por una cavidad que atraviesa a dicho manto (05), orientada preferentemente de manera inclinada, pudiendo variar los grados de inclinación de acuerdo a las dimensiones de la nave y por ende, de acuerdo al diámetro de ésta.

25

Como es posible ver en las figuras 4 y 5, dicha cámara (16) se conforma por un labio perimetral interior e inferior (18), de refuerzo, el que en su zona superior se constituye como una superficie plana anular (19) de soporte de dicha compuerta plana desplazable (17); estando dicho labio (18), empalmado con un collarín perimetral de

30

refuerzo (20) del manto (05), que cumple la función doble de estructurar el manto a modo de nervadura y por otro lado, ser el canal guía por donde se desplaza y donde encaja finalmente dicha compuerta plana desplazable (17).

5 El mencionado collarín (20) remata superiormente en un labio interno superior (21), manteniendo la misma inclinación que presenta el labio interno inferior (18).

Por uno de los costados del manto (05) de la nave, dicho collarín (20) se proyecta y extiende lateralmente e inclinadamente, conformando la cavidad de la cámara (16),
10 donde la longitud de dicha cámara es levemente mayor o equivalente a la longitud de dicha compuerta plana desplazable (17) y donde la altura de dicha cámara es equivalente o levemente mayor a la altura de dicha compuerta plana desplazable.

Entonces, dicha cámara (16) se conforma internamente por una pared vertical
15 perimetral (22), una cara inferior (23) y una cara superior (24); en tanto que sobre dicha cara inferior (23) de la cámara (16) se dispone un mecanismo de rodadura o deslizamiento (25) que facilita el desplazamiento de dicha compuerta plana desplazable (17); apareciendo cercano al borde del labio inferior, una cavidad (26) que participa en un mecanismo de traba de dicha compuerta plana (17) con la cara inferior (23) de la
20 cámara (16).

La mencionada compuerta plana desplazable (17), es un bloque sólido, tipo losa, de forma plana, conformado por una cara superior (27), una inferior (28) y una cara perimetral (29); cuya altura responde a la altura de la cámara (16) y cuyo diámetro o área
25 de dichas caras superior e inferior es levemente mayor que el área abierta (09) del contenedor (04) de la nave (1), tal que cuando el dispositivo de bloqueo permanente (15) se active, sea capaz de cubrir y sellar la abertura superior (09) del contenedor (04) que se conforma en torno al perímetro del labio interno inferior (18) de refuerzo.

30 La compuerta desplazable (17) presenta en el borde externo de su cara inferior (28), un mecanismo de rodadura (25') o deslizamiento que permite su desplazamiento una vez que se ha activado el mecanismo de bloqueo permanente, apareciendo en la zona

posterior de su cara inferior (28) un mecanismo de trinquete (30) que se traba con la cavidad (26) dispuesta sobre la cara superior (19) del labio inferior (18).

5 Como se puede apreciar en las figuras desde la 1 a la 6, la zona superior (B) de la nave (1) es la zona que comprende los medios de seguridad con cierre temporal de la planta y acceso eventual durante el período útil de la nave, donde dicha zona superior (B) se conforma por un manto superior (31), que es continuación del manto (05) de la zona inferior (A) de la nave y que nace sobre el collarín de refuerzo (20) de la cámara (16), a partir de una línea de separación estructural (32) que permite separar la zona superior (B) de la estructura del contenedor (04) de la nave, es decir, de la zona inferior (A); de modo que esta línea de separación estructural (32) del manto superior (31) de la nave (1) permite interrumpir el avance de eventuales grietas hacia la zona inferior (A).

15 A partir de esa línea de separación estructural (32) se proyecta hacia arriba el manto (31) de la zona superior o cuello de la nave, que comprende una cara externa (33) y una cara interna (34), apareciendo a la mitad de la altura de dicho manto superior (31), un segundo dispositivo de cierre (35), pero en este caso, es de cierre temporal, cuya forma es similar a la cámara (16) inclinada de la zona inferior de la nave, pero este dispositivo de cierre temporal (35) puede poseer una menor inclinación.

20

Tal como se ve en la figura 5, está formado por una cámara guía superior (36), que es una cavidad (46) transversal al manto superior (31), con una pared perimetral vertical (38), una pared inferior (39) y una pared superior (40). Presenta un collarín externo perimetral (41), que se aprecia como una protuberancia del manto (31), el que interiormente se proyecta como un labio perimetral inferior (42) y un labio perimetral superior (43).

25

De acuerdo a las figuras 4 y 5, dicha pared perimetral vertical (38) de la cámara superior (36), presenta un sacado escalonado (44) donde encaja la pared vertical de la segunda compuerta desplazable (45); mientras que hacia un costado del manto (31) de la zona superior, dicha cámara superior (36) se extiende lateralmente conformando una cavidad (46) donde se aloja dicha segunda compuerta deslizante (45).

30

Sobre dicha cara inferior (39) de la cámara superior (36), se dispone un mecanismo de rodadura (47) que facilita el desplazamiento de dicha compuerta desplazable superior (45); la que se conforma por un bloque sólido, tipo losa, de forma plana o en forma de cuña, conformado por una cara superior (48), una inferior (49) y una cara perimetral (50), donde dicha cara perimetral (50) presenta un perfil escalonado (51);
5 cuya altura responde a la altura de la cámara (36) y cuyo diámetro o área de dichas caras superior e inferior, responde al diámetro o área abierta de la zona superior de la nave, tal que cuando el dispositivo de cierre temporal se active, sea capaz de cubrir la abertura intermedia (09').

10

La compuerta desplazable superior (45) presenta en el borde externo de su cara inferior (49), un mecanismo de rodadura o deslizamiento (52) que permite su desplazamiento una vez que se ha activado el mecanismo de cierre temporal. En tanto, en este caso, la compuerta (45) presenta un mecanismo retráctil (no ilustrado), ubicado en la
15 cavidad (46) de la cámara (36), que permite el movimiento de dicha compuerta para realizar la apertura temporal de ésta.

Como es posible observar en la figura 1, 5 y 6, sobre dicha cámara superior (36), el manto (31) de la nave (1) continúa recto hasta un borde superior (53) de la nave (1),
20 pero en ese tramo el manto presenta interiormente una losa de aplicaciones (54), conformada por una placa de hormigón, con una cara inferior (55) y una superior (56), cuyo espesor depende de los requerimientos de cada usuario, cumpliendo la función de aislar la abertura principal (57) de la nave (1).

25

En una zona cercana a la abertura principal (57) de la nave (1), se dispone una segunda línea de separación estructural (58) que permite separar la zona superior del cuello de la zona superior, de su interior, con similar funcionalidad, que es la de impedir el traspaso de quiebres o trizaduras a las capas inferiores de la nave.

30

Ya cercano al borde superior (53) de la abertura principal (57) de la nave (1), se dispone una malla de protección (59) que evita que caigan escombros u objetos inapropiados hacia el interior.

El manto (31) de la nave (1) llega hasta su borde superior (53) y ahí se extiende lateralmente en todas direcciones, conformando una losa (60) de protección superior y de sustentación de la estructura, donde uno de los costados de dicha losa superior es un costado mayor (61), específicamente aquel lado coincidente con la zona donde están las cámaras (16 y 36) de los dispositivos de cierre, se extiende por una longitud por lo menos equivalente a la longitud de dichas cámaras, mientras que su extremo distal (62) se pliega y baja como faldón (63) hasta un punto cercano al dispositivo de cierre superior (35). En el lado opuesto a dicho costado mayor (61) se dispone un costado menor (64) de losa (60), cuyo extremo distal (65) se pliega hacia abajo en un faldón menor (66) de menor longitud en comparación con el del lado opuesto.

Sobre dicha losa superior (60), se dispone un borde resaltado (67) que conforma un mecanismo de enganche, traba o cierre de una tapa o cubierta superior (68) de la nave (1), teniendo dicha cubierta superior (68) una cara exterior (69) y una cara interior (70), donde dicha cara interior es preferentemente cóncava y cuya cara exterior (69) es preferentemente de forma tronco cónica.

Dicha cubierta superior (68) presenta un borde perimetral (71) que en conjunto con el borde resaltado (67) de la losa superior (60), conforman los medios de sujeción y cierre estanco de la nave (1).

25

30

REIVINDICACIONES

1. Nave contenedora subterránea multifuncional de alta seguridad para instalaciones
5 de plantas nucleares, capaz de impedir el escape de radiación hacia el ambiente externo
en el caso de un accidente nuclear, ataque terrorista, embates climáticos o naturales
severos y/o cuando la planta se ha desmantelado o cerrado; es capaz de impedir escapes
de radiación hacia el exterior durante la vida útil de la planta y capaz de constituir un
sarcófago en sí misma desde el momento en que la planta deja de funcionar
10 CARACTERIZADA porque dicha nave (1) subterránea está compuesta por dos partes
principales, una zona inferior (A) que es un contenedor inferior (04) de máxima
seguridad que contiene a los componentes radioactivos de la planta nuclear, y una zona
superior (B), dispuesta arriba del contenedor inferior (04), que se conforma por un
conjunto de medios de protección de dicho contenedor inferior (04), donde dicho
15 contenedor inferior (04) cuenta con un medio de cierre superior permanente (15) el que
es funcionalmente autónomo, prescindiendo de cualquier energía motriz externa;
mientras que dicha zona superior (B) comprende un manto superior (31) que cuenta con
un dispositivo de cierre temporal (35), una losa de aplicaciones, una malla de protección
(59) y una cubierta superior (68) que protege a la nave (1) y opera de manera coordinada
20 con dicho dispositivo de cierre temporal (35), estando dicha cubierta superior (68)
rodeada por una losa de protección superior (60) que se extiende horizontalmente.
2. Nave contenedora subterránea multifuncional de alta seguridad para instalaciones
de plantas nucleares, según la reivindicación 1, CARACTERIZADA porque dicho
25 contenedor inferior (04) comprende una pared interna (06), una pared externa (07), una
base (08) y una boca o abertura superior (09), conformándose un manto inferior (05) que
define una cavidad interna.
3. Nave contenedora subterránea multifuncional de alta seguridad para instalaciones
30 de plantas nucleares, según la reivindicación 1 y 2, CARACTERIZADA porque dicho
contenedor inferior (04) posee una forma que puede ser variada, pero conformando un
volumen preferentemente cilíndrico, paralelepípedo, tronco cónico o tronco piramidal.

4. Nave contenedora subterránea multifuncional de alta seguridad para instalaciones de plantas nucleares, según la reivindicación 1 y 2, CARACTERIZADA porque dicho contenedor inferior (04) posee una profundidad tal que en ella debe caber al menos dos
5 niveles de plantas con reactores.

5. Nave contenedora subterránea multifuncional de alta seguridad para instalaciones de plantas nucleares, según la reivindicación 1 y 2, CARACTERIZADA porque dicho contenedor inferior (04) cuenta en su manto (05), con medios de entrada y salida para
10 ductos de diferente aplicación, tal como una salida del vapor (10), una entrada de agua reutilizada (12), una salida de líquidos de desecho (13), un túnel de conectividad y un sistema de enfriamiento (11) alternativo por agua.

6. Nave contenedora subterránea multifuncional de alta seguridad para instalaciones
15 de plantas nucleares, según la reivindicación 5, CARACTERIZADA porque dichos ductos para diferente aplicación están provistos de medios de cierre y aislamiento seguro para evitar la filtración de material radiactivo.

7. Nave contenedora subterránea multifuncional de alta seguridad para instalaciones
20 de plantas nucleares, según la reivindicación 5, CARACTERIZADA porque dicho sistema de enfriamiento (11) alternativo por agua está formado por ductos que van directo al núcleo del reactor (02).

8. Nave contenedora subterránea multifuncional de alta seguridad para instalaciones
25 de plantas nucleares, según la reivindicación 5, 6 y 7, CARACTERIZADA porque dichos ductos para diferente aplicación están contenidos en una columna lateral o conducto de conectividad (14) que va desde el interior del contenedor interior (04) hasta el exterior de la nave (1), prolongándose en un ducto de salida (14') que llega hasta la superficie del terreno.

30

9. Nave contenedora subterránea multifuncional de alta seguridad para instalaciones de plantas nucleares, según la reivindicación 1, 2 y 8, CARACTERIZADA porque dicho

conducto de conectividad (14) está conformado por una sección en “C” que va adosado a la pared exterior (07) del manto inferior (05) y del manto superior (31), donde dicho conducto presenta paredes gruesas solidarias con las paredes de la nave (1).

5 10. Nave contenedora subterránea multifuncional de alta seguridad para instalaciones de plantas nucleares, según las reivindicaciones 6 a 9, CARACTERIZADA porque dicho conducto de conectividad (14) cuenta con medios de cierre y aislación regulada, tipo válvulas unidireccionales, dispuestos en varios tramos y en la conexión con cada ducto para diferente aplicación.

10

11. Nave contenedora subterránea multifuncional de alta seguridad para instalaciones de plantas nucleares, según la reivindicación 1, CARACTERIZADA porque dicho medio de cierre superior permanente (15), que es funcionalmente autónomo, es un dispositivo de bloqueo (15) que se constituye por una cámara inclinada contenedora guía (16) y por una compuerta plana desplazable (17) para ejecutar el cierre, en forma de losa, que se desliza en su interior por efecto de la energía potencial propia de la masa de dicha losa.

15

12. Nave contenedora subterránea multifuncional de alta seguridad para instalaciones de plantas nucleares, según la reivindicación 11, CARACTERIZADA porque dicha cámara (16) es parte de la estructura de la nave (1) y está conformada por una cavidad inclinada que atraviesa a dicho manto (05).

20

13. Nave contenedora subterránea multifuncional de alta seguridad para instalaciones de plantas nucleares, según la reivindicación 11 y 12, CARACTERIZADA porque dicha cámara inclinada (16) se conforma por un labio perimetral interior e inferior (18) de refuerzo, el que en su zona superior se constituye como una superficie plana anular (19) de soporte de dicha compuerta plana desplazable (17); estando dicho labio (18), empalmado con un collarín perimetral de refuerzo (20) del manto (05).

25

30

14. Nave contenedora subterránea multifuncional de alta seguridad para instalaciones de plantas nucleares, según la reivindicación 11, 12 y 13, CARACTERIZADA porque

dicho collarín (20) remata superiormente en un labio interno superior (21), manteniendo la misma inclinación que presenta el labio interno inferior (18).

15. Nave contenedora subterránea multifuncional de alta seguridad para instalaciones de plantas nucleares, según la reivindicación 2, 11, 12 y 13, CARACTERIZADA porque por uno de los costados del manto (05) de la nave (1), dicho collarín (20) se proyecta y extiende lateralmente e inclinadamente, conformando la cavidad de la cámara (16), donde la longitud de dicha cámara (16) es levemente mayor o equivalente a la longitud de dicha compuerta plana desplazable (17) y donde la altura de dicha cámara (16) es equivalente o levemente mayor a la altura de dicha compuerta plana desplazable (17).

16. Nave contenedora subterránea multifuncional de alta seguridad para instalaciones de plantas nucleares, según la reivindicación 15, CARACTERIZADA porque dicha cámara (16) se conforma internamente por una pared vertical perimetral (22), una cara inferior (23) y una cara superior (24).

17. Nave contenedora subterránea multifuncional de alta seguridad para instalaciones de plantas nucleares, según la reivindicaciones 11 a 15, CARACTERIZADA porque dicha cámara (16) que es parte de la estructura de la nave (1) y está conformada por una cavidad horizontal en la zona del manto (05) de la nave (1) que continúa como una cavidad inclinada en una zona lateral al manto (05), donde dicha cara inferior (23) de la cámara es una curva cóncava que comienza recta en el manto (05) y va paulatinamente curvándose de manera ascendente hasta llegar a la pared perimetral (22), mientras que dicha cara superior (24) de la cámara (16) se dispone inclinada respecto del manto (05).

18. Nave contenedora subterránea multifuncional de alta seguridad para instalaciones de plantas nucleares, según la reivindicación 11 y 16, CARACTERIZADA porque sobre dicha cara inferior (23) de la cámara (16) se dispone un mecanismo de rodadura o deslizamiento (25) que facilita el desplazamiento de dicha compuerta plana desplazable (17); apareciendo cercano al borde del labio inferior (18) una cavidad (26) de traba.

19. Nave contenedora subterránea multifuncional de alta seguridad para instalaciones de plantas nucleares, según la reivindicación 11, CARACTERIZADA porque dicha compuerta plana desplazable (17), es un bloque sólido, tipo losa, de forma plana, conformado por una cara superior (27), una inferior (28) y una cara perimetral (29) cuya altura es equivalente a la altura de la cámara (16) y cuyo diámetro o área de dichas caras superior e inferior es levemente mayor la abertura superior (09) del contenedor inferior (04) de la nave (1).

20. Nave contenedora subterránea multifuncional de alta seguridad para instalaciones de plantas nucleares, según la reivindicación 11 y 18, CARACTERIZADA porque dicha compuerta desplazable (17) presenta en un borde externo de su cara inferior (28), un mecanismo de rodadura (25') o deslizamiento formado por un mecanismo de trinquete (30) que se traba con la cavidad (26) dispuesta sobre la cara superior (19) del labio inferior (18).

21. Nave contenedora subterránea multifuncional de alta seguridad para instalaciones de plantas nucleares, según la reivindicación 1, CARACTERIZADA porque dicha zona superior (B) se conforma por un manto superior (31), que es continuación del manto (05) del contenedor inferior (04) y que nace sobre el collarín de refuerzo (20) de la cámara (16).

22. Nave contenedora subterránea multifuncional de alta seguridad para instalaciones de plantas nucleares, según la reivindicación 1 y 21, CARACTERIZADA porque sobre dicho collarín (20), justo donde nace el manto superior (31), se dispone una ranura inferior perimetral de separación estructural (32) de la nave (1).

23. Nave contenedora subterránea multifuncional de alta seguridad para instalaciones de plantas nucleares, según la reivindicación 1 y 21, CARACTERIZADA porque dicho manto superior (31) comprende una cara externa (33) y una cara interna (34).

24. Nave contenedora subterránea multifuncional de alta seguridad para instalaciones de plantas nucleares, según la reivindicación 1 y 21, CARACTERIZADA porque a la

mitad de la altura de dicho manto superior (31), se dispone el dispositivo de cierre temporal (35).

25. Nave contenedora subterránea multifuncional de alta seguridad para instalaciones de plantas nucleares, según la reivindicación 1, 21 y 24, CARACTERIZADA porque dicho dispositivo de cierre temporal (35) está formado por una cámara guía superior (36) y una segunda compuerta desplazable (45), donde dicha cámara superior (36) es una cavidad (46) dispuesta de modo inclinado respecto al manto superior (31), con una pared perimetral vertical (38), una pared inferior (39) y una pared superior (40), teniendo dicha pared perimetral vertical (38) de la cámara superior (36), un sacado perimetral escalonado (44).

26. Nave contenedora subterránea multifuncional de alta seguridad para instalaciones de plantas nucleares, según la reivindicación 25, CARACTERIZADA porque dicho dispositivo de cierre temporal (35) presenta un collarín externo perimetral (41), que se aprecia como una protuberancia del manto (31), el que interiormente se proyecta como un labio perimetral inferior (42) y un labio perimetral superior (43).

27. Nave contenedora subterránea multifuncional de alta seguridad para instalaciones de plantas nucleares, según la reivindicación 25 y 26, CARACTERIZADA porque dicha segunda compuerta desplazable (45) se conforma por un bloque sólido, tipo losa, de forma plana o en forma de cuña, conformado por una cara superior (48), una inferior (49) y una cara perimetral (50), donde dicha cara perimetral (50) presenta un sacado escalonado (51), donde la altura de dicha compuerta (45) responde a la altura de la cámara (36) y cuyo diámetro o área de dichas caras superior e inferior, responde al diámetro de un área abierta superior (09') de la nave.

28. Nave contenedora subterránea multifuncional de alta seguridad para instalaciones de plantas nucleares, según la reivindicación 25, 26 y 27, CARACTERIZADA porque dicha pared perimetral vertical (38) de la cámara superior (36) que posee un sacado perimetral escalonado (44) encaja con dicha pared perimetral vertical (50) de la compuerta (45) y que presenta un sacado escalonado (51).

29. Nave contenedora subterránea multifuncional de alta seguridad para instalaciones de plantas nucleares, según la reivindicación 25, 26 y 27, CARACTERIZADA porque hacia un costado del manto (31) de la zona superior, dicha cámara superior (36) se
5 extiende lateralmente conformando una cavidad (46) donde se aloja dicha segunda compuerta deslizante (45).
30. Nave contenedora subterránea multifuncional de alta seguridad para instalaciones de plantas nucleares, según la reivindicación 25, CARACTERIZADA porque sobre dicha
10 cara inferior (39) de la cámara superior (36), se dispone un mecanismo de rodadura (47) que facilita el desplazamiento de dicha compuerta desplazable superior (45).
31. Nave contenedora subterránea multifuncional de alta seguridad para instalaciones de plantas nucleares, según la reivindicación 25 y 30, CARACTERIZADA porque dicha
15 compuerta desplazable superior (45) presenta en su cara inferior (49), un mecanismo de rodadura o deslizamiento (52) que opera en conjunto con el mecanismo de rodadura (47) de la cámara (36).
32. Nave contenedora subterránea multifuncional de alta seguridad para instalaciones
20 de plantas nucleares, según la reivindicación 25, CARACTERIZADA porque la compuerta (45) presenta un mecanismo retráctil de desplazamiento ubicado en la cavidad (46) de la cámara (36).
33. Nave contenedora subterránea multifuncional de alta seguridad para instalaciones de plantas nucleares, según la reivindicación 21 y 25, CARACTERIZADA porque sobre
25 dicha cámara superior (36), el manto superior (31) de la nave (1) continúa recto hasta un borde superior (53), el que da origen a una abertura principal (57) de la nave (1).
34. Nave contenedora subterránea multifuncional de alta seguridad para instalaciones de plantas nucleares, según la reivindicación 21, CARACTERIZADA porque a mitad de
30 la altura del manto superior (31) la nave presenta una losa de aplicaciones (54), conformada por una placa de hormigón, con una cara inferior (55) y una superior (56).

35. Nave contenedora subterránea multifuncional de alta seguridad para instalaciones de plantas nucleares, según la reivindicación 21 y 33, CARACTERIZADA porque cercano al borde superior (53) de la abertura principal (57) de la nave (1), se dispone una malla de protección (59).

5

36. Nave contenedora subterránea multifuncional de alta seguridad para instalaciones de plantas nucleares, según la reivindicación 1, 21, 33 y 35, CARACTERIZADA porque ubicada en el manto superior (31) entre la losa de aplicaciones (54) y la malla de protección (59) se dispone una ranura superior perimetral de separación estructural (58) de la nave (1).

10

37. Nave contenedora subterránea multifuncional de alta seguridad para instalaciones de plantas nucleares, según la reivindicación 1 y 33, CARACTERIZADA porque en la parte superior del manto (31), donde se sitúa el borde superior (53) que da origen a la abertura superior (57), dicho manto se extiende lateralmente y horizontalmente en todas direcciones, conformando una losa (60) de protección superior.

15

38. Nave contenedora subterránea multifuncional de alta seguridad para instalaciones de plantas nucleares, según la reivindicación 1, 11, 25 y 37, CARACTERIZADA porque dicha losa superior (60) presenta un costado mayor (61), el que se dispone en el mismo lado donde están las cámaras (16 y 36) de los dispositivos de cierre (15 y 35), y su longitud es por lo menos equivalente a la longitud de dichas cámaras.

20

39. Nave contenedora subterránea multifuncional de alta seguridad para instalaciones de plantas nucleares, según la reivindicación 1, 25 y 38, CARACTERIZADA porque dicho costado mayor (61) presenta un extremo distal (62) que se pliega y baja como un faldón (63) hasta un punto cercano al dispositivo de cierre superior (35).

25

40. Nave contenedora subterránea multifuncional de alta seguridad para instalaciones de plantas nucleares, según la reivindicación 39, CARACTERIZADA porque en el lado opuesto a dicho costado mayor (61) se dispone un costado menor (64) de losa (60), cuyo extremo distal (65) se pliega hacia abajo en un faldón menor (66) de menor longitud en

30

comparación con el del lado opuesto.

41. Nave contenedora subterránea multifuncional de alta seguridad para instalaciones de plantas nucleares, según la reivindicación 1 y 37, **CHARACTERIZADA** porque sobre dicha losa superior (60), se dispone un borde resaltado (67) que conforma un mecanismo de enganche, traba o cierre de una tapa o cubierta superior (68) de la nave (1).

42. Nave contenedora subterránea multifuncional de alta seguridad para instalaciones de plantas nucleares, según la reivindicación 41, **CHARACTERIZADA** porque dicha cubierta superior (68) presenta una cara exterior (69) y una cara interior (70), donde dicha cara interior es preferentemente cóncava y cuya cara exterior (69) es preferentemente de forma tronco cónica.

43. Nave contenedora subterránea multifuncional de alta seguridad para instalaciones de plantas nucleares, según la reivindicación 41 y 42, **CHARACTERIZADA** porque dicha cubierta superior (68) presenta un borde perimetral (71) que en conjunto con el borde resaltado (67) de la losa superior (60), conforman medios de sujeción y cierre estanco de la nave (1).

20

25

30

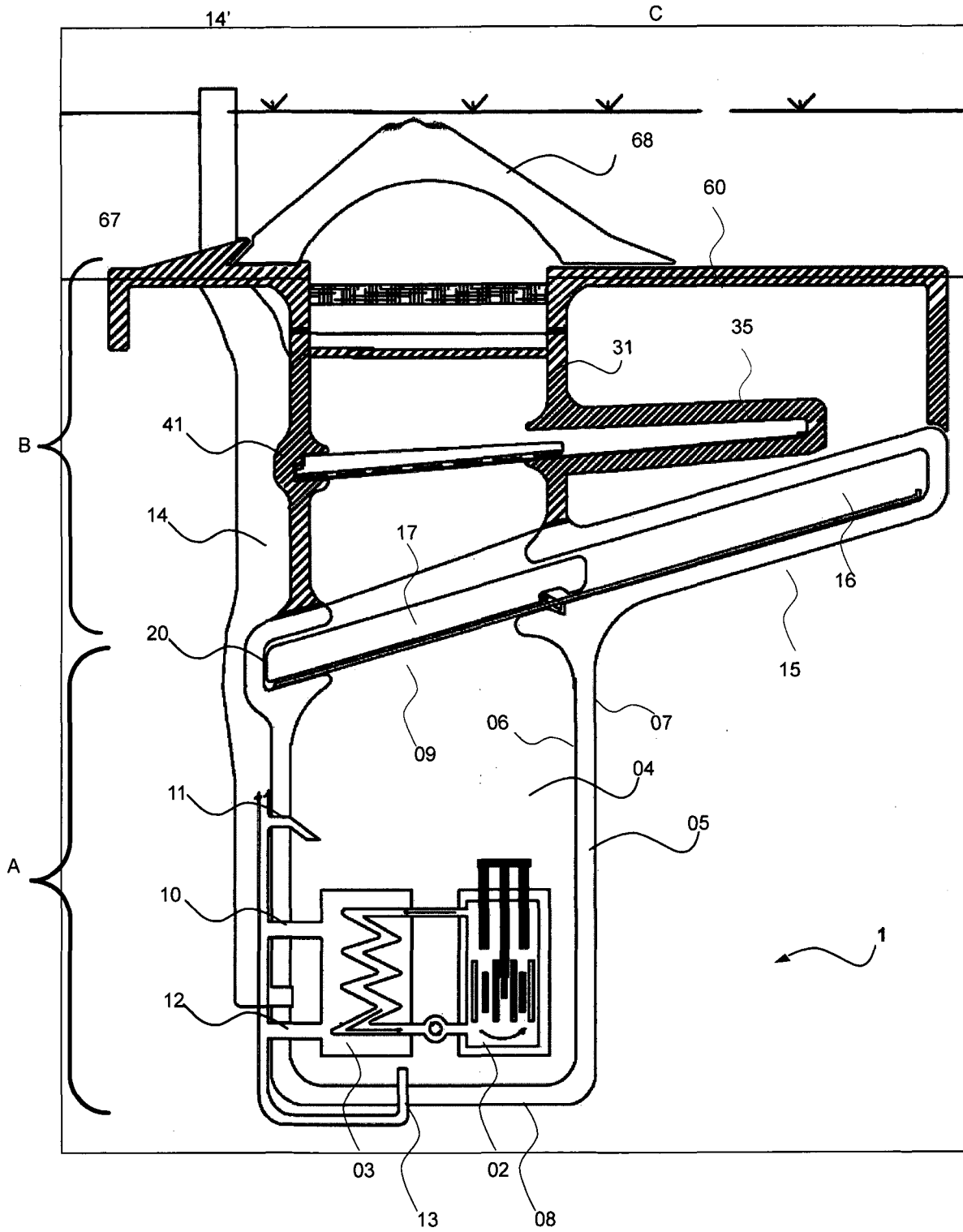


FIGURE 2

3/10

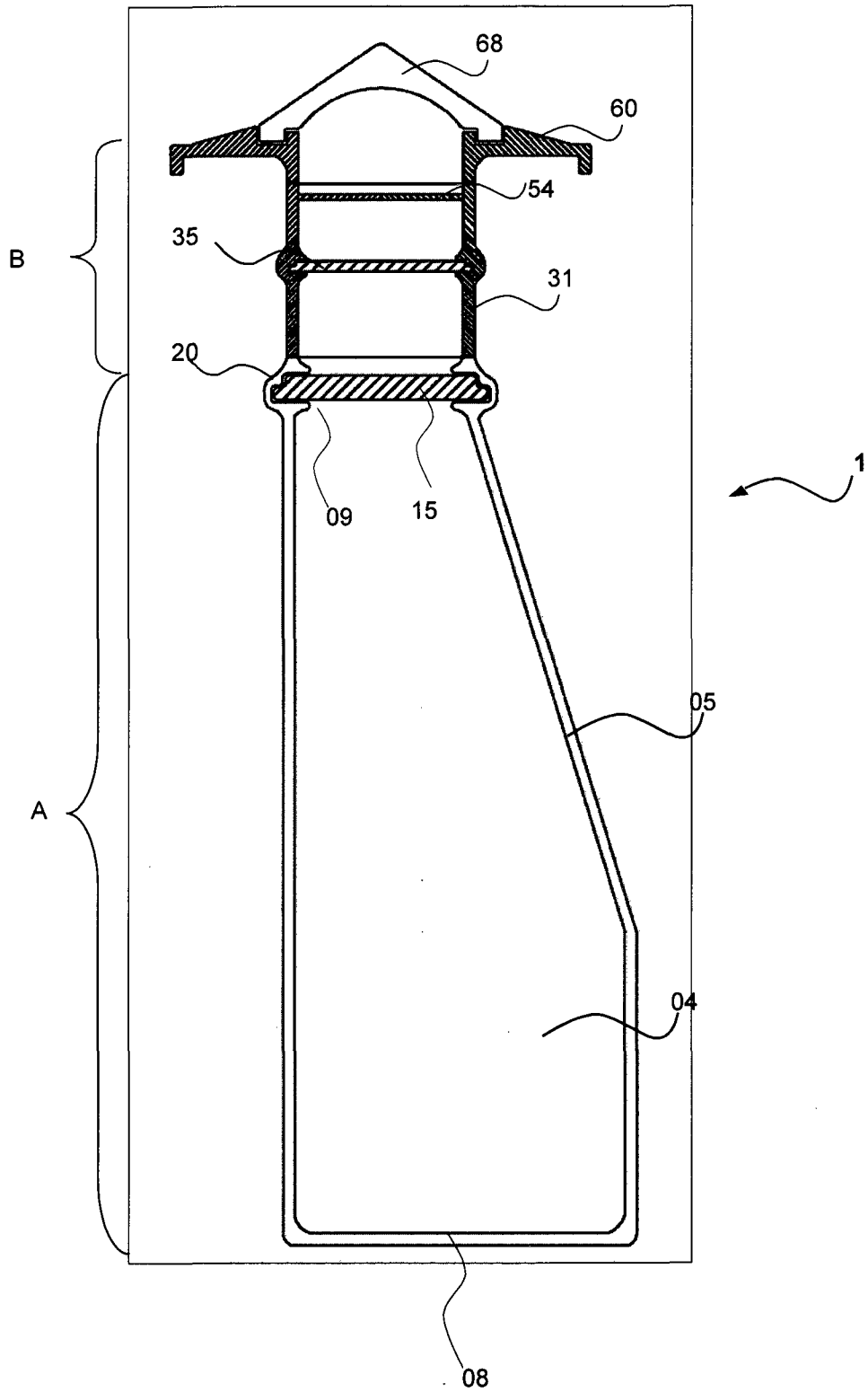


FIGURA 3

4/10

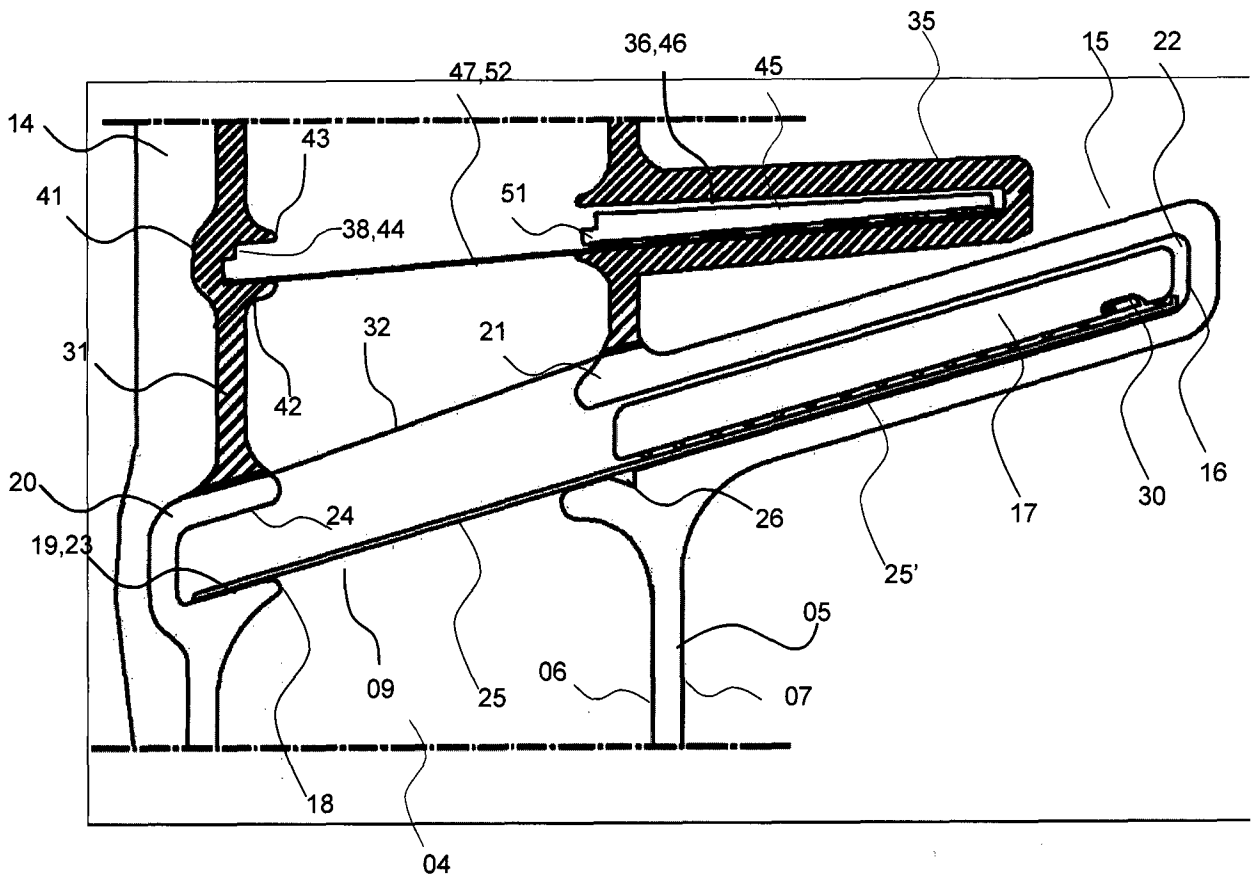


FIGURA 4

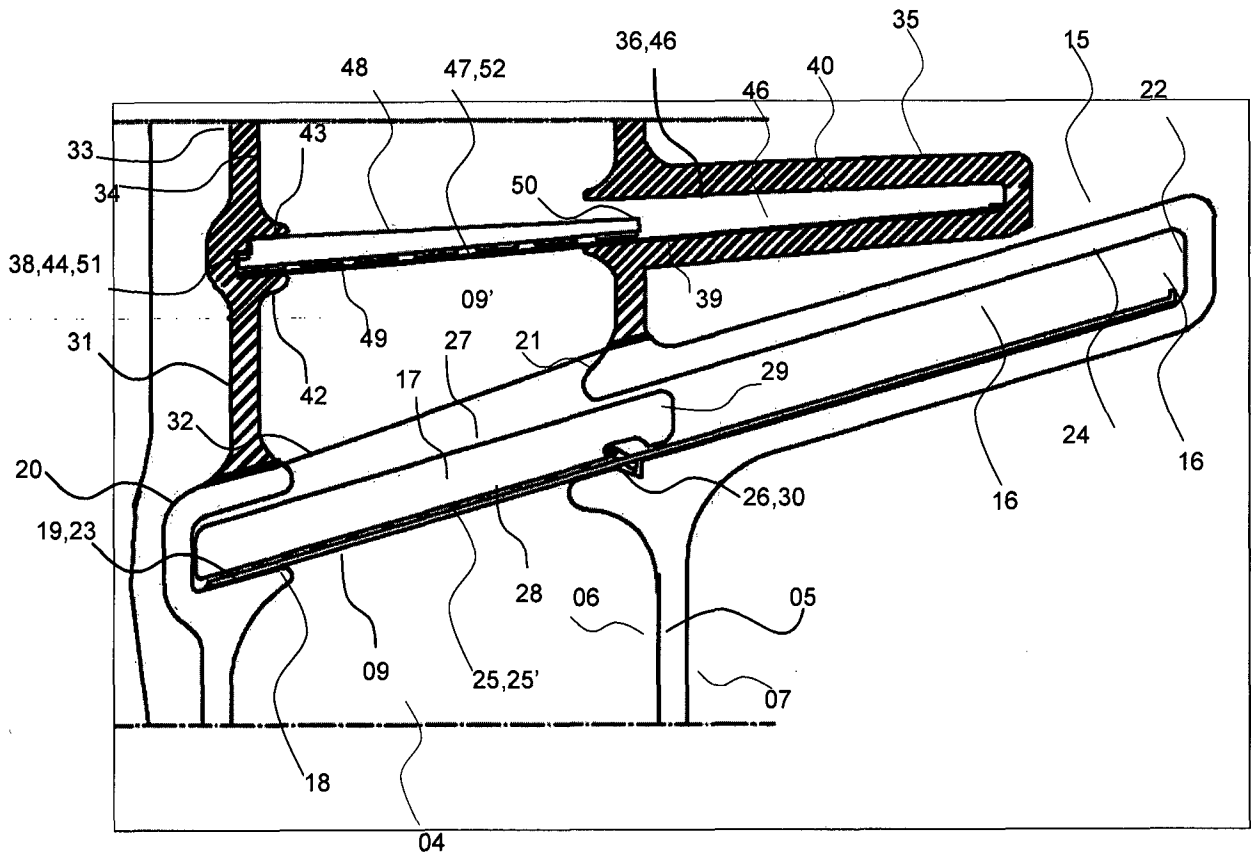


FIGURA 5

7/10

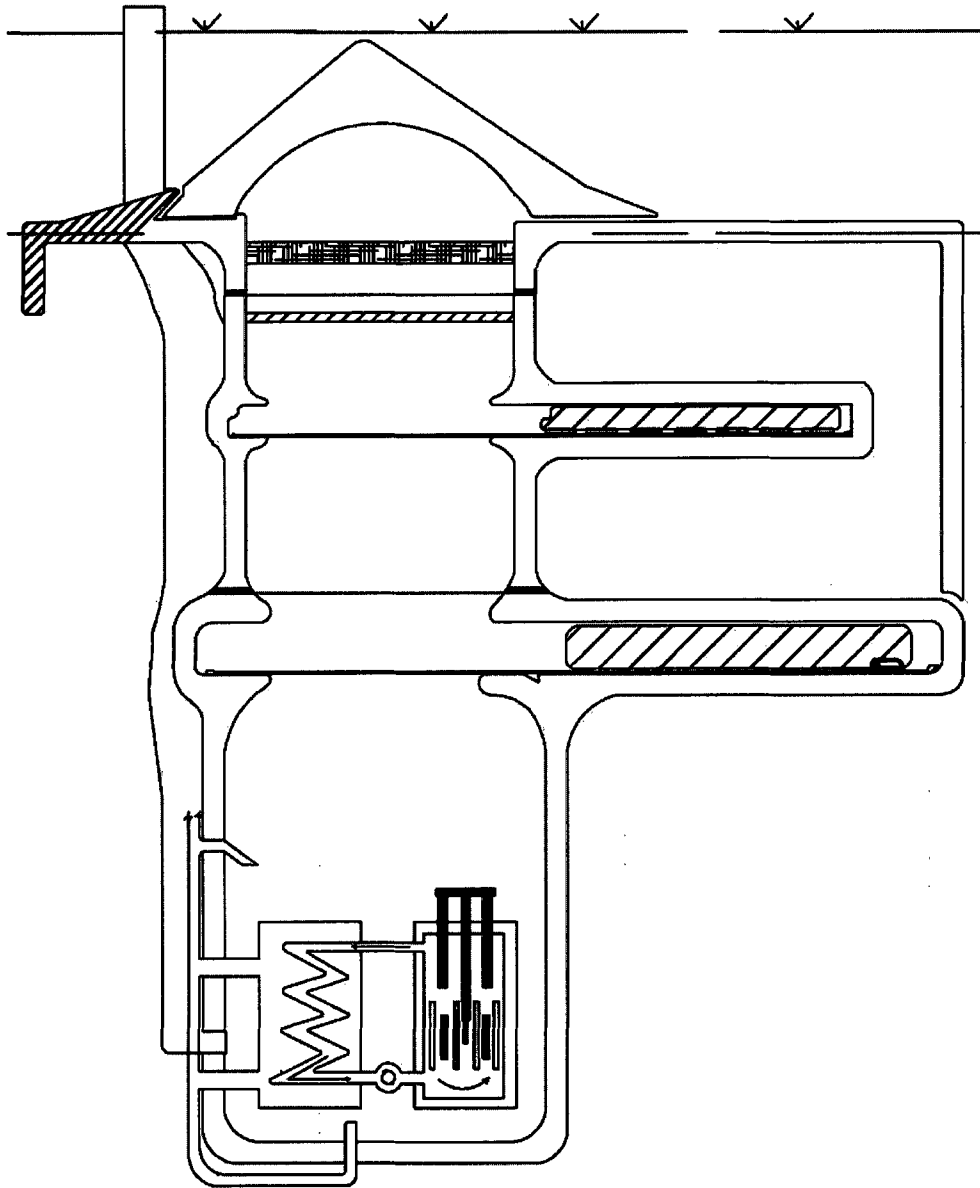


FIGURA 7

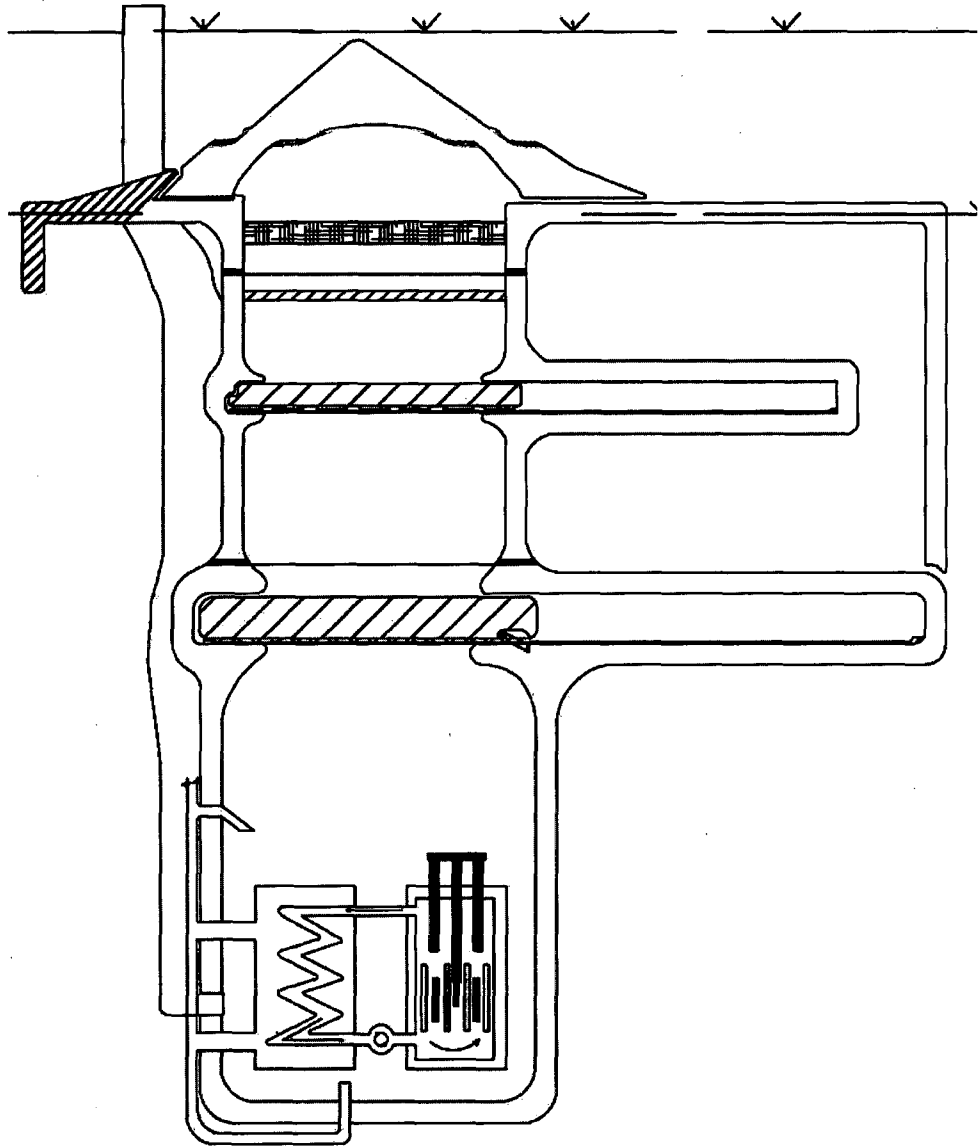


FIGURA 8

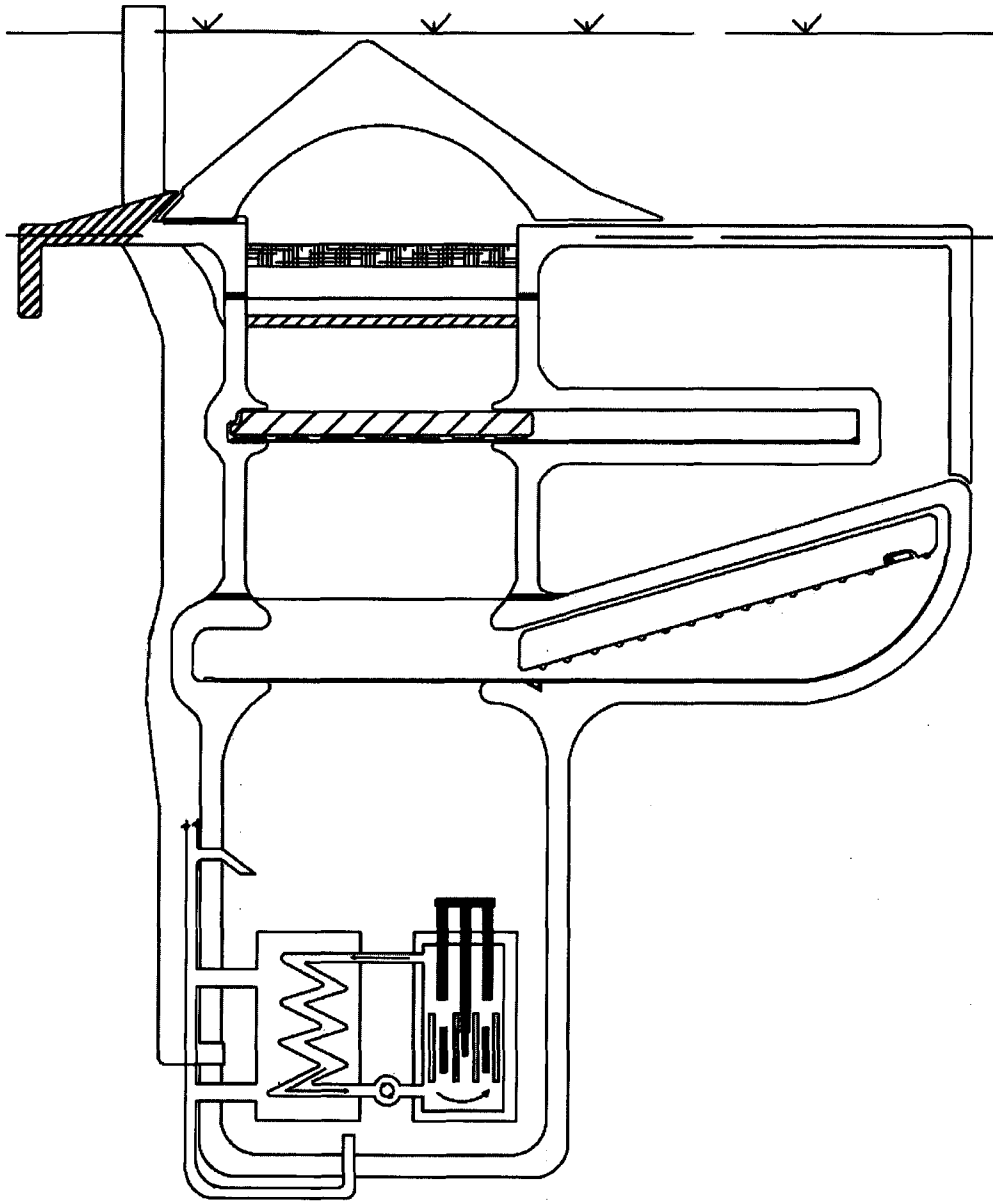


FIGURA 9

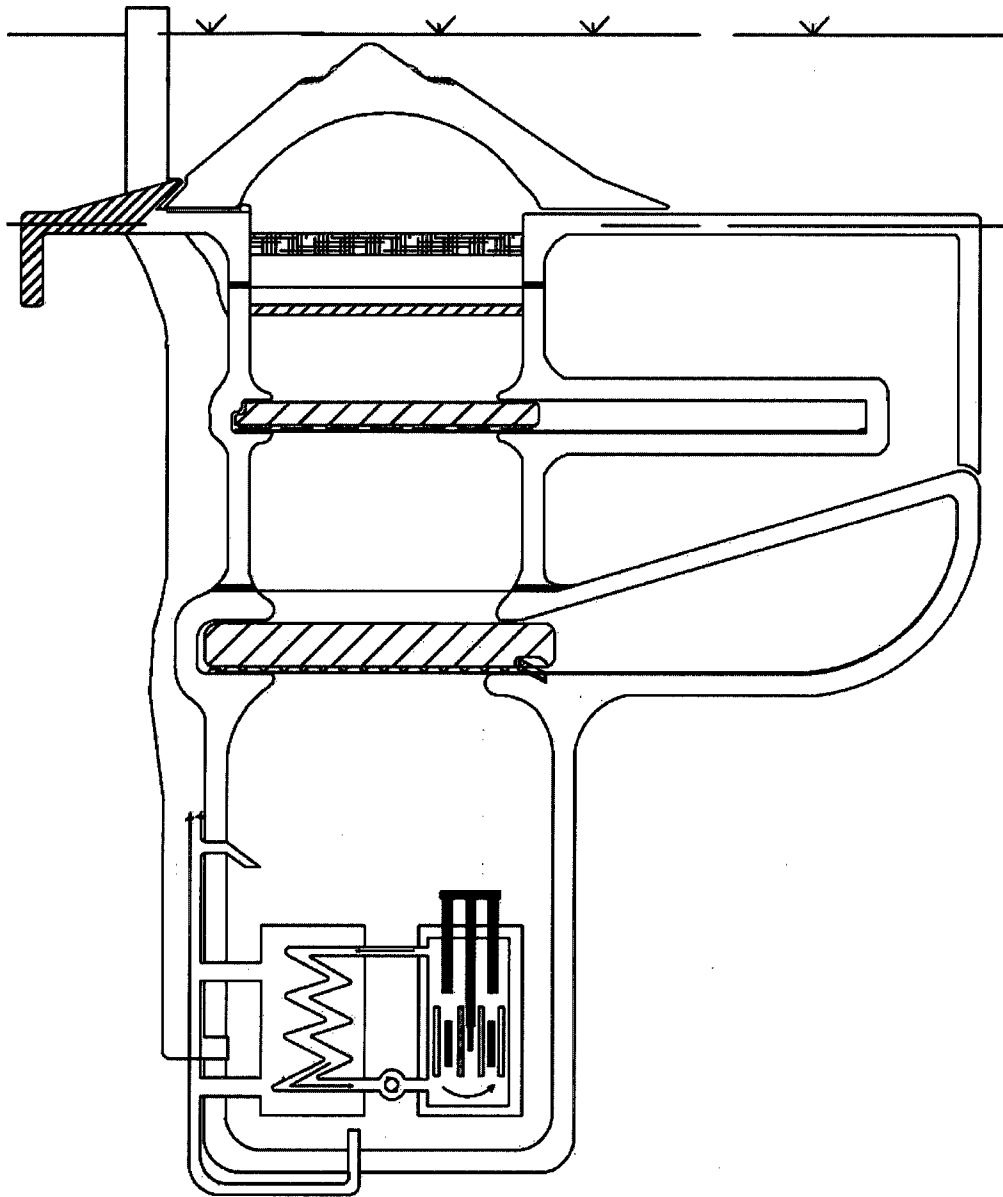


FIGURA 10